



TUGAS AKHIR - RE 141581

**UJI PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK CAIR
LINDI DENGAN PENAMBAHAN BAKTERI
STARTER TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN PANGAN (*Sorghum bicolor* dan
Zea mays)**

**NUR DIANA SAFITRI
3313100056**

**Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



TUGAS AKHIR - RE 141581

**UJI PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK CAIR
LINDI DENGAN PENAMBAHAN BAKTERI
STARTER TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN PANGAN (*Sorghum bicolor* dan
Zea mays)**

**NUR DIANA SAFITRI
3313100056**

**Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - RE 141581

**UTILIZATION TEST OF LEACHATE BASED
LIQUID ORGANIC FERTILIZER BY ADDING
STARTER BACTERIA TO THE GROWTH OF
SUPPLY PLANT (*Sorghum bicolor* and *Zea
mays*)**

NUR DIANA SAFITRI
3313100056

SUPERVISOR
Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

HALAMAN PENGESAHAN

**UJI PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK CAIR LINDI DENGAN
PENAMBAHAN BAKTERI STARTER TERHADAP
PERTUMBUHAN TANAMAN PANGAN
(*Sorghum bicolor* dan *Zea mays*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
NUR DIANA SAFITRI
NRP. 3313100056

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Ir. Wahyono Hadi M.Sc., Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**UJI PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK CAIR LINDI DENGAN
PENAMBAHAN BAKTERI STARTER TERHADAP
PERTUMBUHAN TANAMAN PANGAN
(*Sorghum bicolor* dan *Zea mays*)**

Nama Mahasiswa : Nur Diana Safitri
NRP : 3313100056
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D

ABSTRAK

Permasalahan mengenai lindi sampah merupakan salah satu dampak dari timbulan sampah, khususnya di Kota Surabaya. Disamping itu, masalah mengenai ketergantungan manusia terhadap pupuk kimia semakin besar. Hal tersebut dapat merusak regenerasi humus pada tanah. Salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia adalah menggantinya dengan pupuk organik yang dibuat menggunakan lindi. Dalam pemanfaatannya menjadi pupuk organik, lindi difermentasikan menggunakan bakteri starter. Lindi yang digunakan diambil dari bak penampungan lindi SPA Rangkah. Bakteri yang digunakan untuk fermentasi adalah bakteri penambat N, yaitu *Azospirillum*.

Variabel yang digunakan adalah pengenceran lindi dan konsentrasi penambahan bakteri starter. Pengenceran yang digunakan yaitu 50x, 75x, 100x, dengan volume sampel sebanyak 10 ml. Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik lindi SPA Rangkah. Pada proses pembuatan pupuk (fermentasi), dilakukan uji TPC (*Total Plate Count*), pada hari ke-7 dan 14. Sedangkan bakteri yang ditambahkan pada reaktor uji adalah 5 cc dan 10 cc serta 0,5 gram dan 1 gram. Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan uji karakteristik pada nitrat, amonium, BOD dan COD. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman pangan berupa sorgum (*Sorghum bicolor*) dan jagung (*Zea mays*). Tanaman mendapat tiga perlakuan, yaitu pemakaian pupuk cair lindi (dengan variasi pengenceran dan penambahan bakteri starter), pupuk kimia, dan kontrol (variasi pengenceran lindi). Pupuk kimia yang digunakan merupakan pupuk yang mengandung unsur N.

Hasil dari penelitian dan pengamatan menunjukkan bahwa pupuk lindi yang memiliki konsentrasi penambahan bakteri yang optimum terdapat pada reaktor B3 untuk reaktor dengan penambahan bakteri starter serbuk sebanyak 1 gram dengan pengenceran lindi sebesar 100 kali. Sedangkan untuk reaktor uji penambahan bakteri starter cair adalah D1 dengan penambahan bakteri starter sebanyak 10 mL dan pengenceran sebesar 50 kali. Pada penelitian ini juga dilakukan pengamatan terhadap tanaman uji yang diberi pupuk cair lindi. Hasil yang diperoleh selama 45 hari pengamatan, yaitu pertumbuhan tanaman sorgum paling cepat terjadi pada pemberian pupuk D1. Sedangkan tanaman jagung pada pemberian pupuk D2. Kedua pupuk tersebut berpengaruh signifikan terhadap tanaman uji. Sedangkan pada jumlah daun, semua jenis pupuk memberikan pengaruh yang tidak signifikan pada tanaman uji. Reaktor uji yang memiliki nilai rata-rata antara amonium, nitrat, dan jumlah koloni terendah adalah A2 dan C1. Reaktor tersebut memberikan respon lambat terhadap laju pertumbuhan tanaman sorgum dan jagung. Sedangkan reaktor uji dengan nilai rata-rata tertinggi adalah B3 dan D1. Reaktor tersebut memberikan respon cepat terhadap pertumbuhan tanaman sorgum. Namun pada tanaman jagung memberikan respon lambat.

Kata Kunci : bakteri, lindi, pupuk, *Sorghum bicolor*, *Zea mays*

**UTILIZATION TEST OF LEACHATE BASED LIQUID ORGANIC
FERTILIZER BY ADDING STARTER BACTERIA TO THE
GROWTH OF SUPPLY PLANT
(*Sorghum bicolor* and *Zea mays*)**

Name of Student : Nur Diana Safitri
NRP : 3313100056
Study Programme : Teknik Lingkungan
Supervisor : Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D

ABSTRACT

Solid waste leachate is one of many problems created by waste generation, particularly in Surabaya. On the other side, people dependency on chemical fertilizer is increasing. This can mess with the natural regeneration of soil. One of the alternative to decrease chemical fertilizer usage is to replace it with organic fertilizer, which is leachate based fertilizer. The leachate will be fermented using starter bacteria in the making process. The leachate taken for this study is from leachate container in SPA Rangkah. Bacteria used for fermentation is N fixing bacteria, *Azospirillum*.

Variable used is dilution, leachate, and concentration of starter bacteria addition. Dilution used is 50x, 75x, and 100x, with sample volume 10 ml. Preparation study is done to determine SPA Rangkah leachate characteristic. In fertilizer making progress (fermentation), TPC (Total Plate Count) test was undergone, in day 7 and 14. Bacteria added to the test reactor is 5 cc and 10 cc, and 0,5 gram and 1 gram. After fermentation process was done, characteristic test was done to nitrate, ammonium, BOD, and COD. Crops used in the study is sorghum (*Sorghum bicolor*) and corn (*Zea mays*). The crops get three treatments, leachate fertilizer usage (with variation on dilution and bacteria concentration), chemical fertilizer, and control (leachate dilution variation). Chemical fertilizer used is the one with N-rich element.

The result of the study and observation shows that optimum concentration of bacteria is in the hazardous waste reactor with powder starter bacteria addition of 1 gram and 100x dilution. For the liquid one, it is D1 with 10mL addition and 50x

dilution. When applied to the crops, after 45 days of observation, sorghum plant is the quickest to grow after given D1 fertilizer, and D2 for corn. Both fertilizer created significant effects for the crops growth. Both didn't create significant effects in leaf amount. Test reactors with lowest average value for ammonium, nitrate, and colony are A2 and C1. Those reactors give slow responses to the crops' growth. Test reactors with highest average are B3 and D1. Those reactors give fast responses to sorghum growth, but slow on corn growth.

Keywords: bacteria, leachate, fertilizer, *Sorghum bicolor*, *Zea mays*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Uji Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Lindi Dengan Penambahan Bakteri Starter Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pangan (*Sorghum bicolor* dan *Zea mays*)” ini dengan tepat waktu. Tugas akhir ini dibuat guna memenuhi saah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Departemen Teknik Lingkungan, FTSP, ITS.

Dengan selesainya tugas akhir ini, tidak lupa penulis sampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu kelancaran penyelesaian tugas akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah mengajar dan membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Ir. Hariwiko Indarjanto, M.Eng., Bapak Alfan Purnomo, ST., M.T., dan Ibu Dr. Harmin Sulistyaning Titah, S.T., M.T., selaku dosen pengarah tugas akhir yang telah memberikan masukan dan bimbingannya.
3. Bapak, Ibu, serta keluarga.
4. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan, karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian dan Karakteristik Lindi	5
2.2 Dampak Negatif Lindi	7
2.3 SPA Rangkah	7
2.4 Pupuk Anorganik (Kimia)	9
2.5 Pupuk Organik	10
2.6 Fermentasi	10
2.7 Bakteri Penambat N	13
2.8 Persyaratan Kandungan Pupuk Organik	14
2.9 Hara N	16
2.10 BOD dan COD	17
2.10.1 BOD (Biochemical Oxygen Demand)	17
2.10.2 COD (Chemical Oxygen Demand)	17
2.11 Unsur Hara	18
2.12 Pemupukan Tanaman	18
2.13 Pertumbuhan Tanaman	19
2.13.1 Sorghum bicolor (Sorgum)	19
2.13.1.1 Klasifikasi Sorghum bicolor (Sorgum)	19
2.13.1.2 Fase Pertumbuhan Sorghum bicolor (Sorgum)	20
2.13.1.3 Syarat Tumbuh dan Pemanenan Sorghum bicolor (Sorgum)	22
2.13.2 Zea mays (Jagung)	22

2.13.2.1 Klasifikasi Zea mays (Jagung).....	22
2.13.2.2 Fase Pertumbuhan Zea mays (Jagung).....	23
2.13.2.3 Syarat Tumbuh dan Pemanenan Zea mays (Jagung).....	24
2.14 Penelitian Terdahulu.....	25
BAB 3.....	27
METODE PENELITIAN	27
3.1 Kerangka Penelitian.....	27
3.2 Ide Penelitian	27
3.4 Persiapan Penelitian.....	29
3.4.1 Pengambilan Sampel Air Lindi dari SPA Rangkah.....	29
3.4.2 Uji karakteristik Lindi.....	29
3.4.3 Pembuatan Media Nutrient Agar (NA)	30
3.4.4 Pembuatan Air Salin	31
3.4.5 Sterilisasi Alat Uji dan Substrat untuk Penelitian.....	31
3.4.6 Pembuatan Media Pertumbuhan Tanaman	31
3.4.7 Penumbuhan Tanaman Uji	33
3.4.8 Pengujian Kandungan Bakteri Penambat N	34
3.5 Pelaksanaan Penelitian	34
3.5.1 Pembuatan Variasi Penelitian pada Volume Pengenceran Lindi dan Konsentrasi Bakteri	34
3.5.2 Fermentasi	35
3.5.3 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri	36
3.5.4 Analisis Nitrat, Amonium, BOD, dan COD Hasil Fermentasi	36
3.5.5 Pemberian Pupuk Cair Lindi pada Tanaman	37
3.5.6 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman	37
3.6 Hasil dan Pembahasan	37
3.7 Kesimpulan dan Saran	38
BAB 4.....	39
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Penelitian Pendahuluan.....	39
4.1.1 Nitrat dan Amonium	39
4.1.2 BOD dan COD	40
4.1.4 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Penambat N Bioaktivator Serbuk.....	42
4.2 Pembuatan Pupuk Melalui Fermentasi.....	42
4.2.1 Jumlah Koloni Bakteri.....	43
4.2.2 pH Pupuk Hasil Fermentasi	48

4.3.3 Suhu Pupuk Hasil Fermentasi	50
4.3.4 Kandungan Nitrat dan Amonium	50
4.3.5 BOD dan COD Hasil Fermentasi.....	55
4.3.6 Hubungan Antar Parameter Hasil Pengukuran	57
4.3 Pemberian Pupuk	61
4.4 Pengamatan terhadap Pertumbuhan Tanaman Uji.....	62
4.4.1 Tinggi Batang Tanaman Sorgum	62
4.4.2 Daun Tanaman Sorgum	69
4.4.3 Tinggi Batang Tanaman Jagung	73
4.4.4 Daun Tanaman Jagung	80
BAB 5.....	87
PENUTUP.....	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	99
BIOGRAFI PENULIS	145

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 SPA Rangkah	8
Gambar 2. 2 Alat Pemadat di SPA Rangkah	8
Gambar 2. 3 Bak Penampungan Lindi	9
Gambar 2. 4 Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme	11
Gambar 2. 5 Sorghum bicolor	20
Gambar 2. 6 Zea mays	24
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	28
Gambar 3. 2 Reaktor Pertumbuhan Tanaman	32
Gambar 4. 1 Jumlah Koloni Bakteri Pada Reaktor Uji Dengan Penambahan Bioaktivator Serbuk	44
Gambar 4. 2 Jumlah Koloni Bakteri Pada Reaktor Uji Dengan Penambahan Bioaktivator Cair	45
Gambar 4. 3 Jumlah Koloni Bakteri Pada Reaktor Kontrol	46
Gambar 4. 4 Log Jumlah Koloni Bakteri Azospirillum	47
Gambar 4. 5 Hasil Identifikasi Bakteri Azospirillum	48
Gambar 4. 6 pH Hasil Pengukuran	49
Gambar 4. 7 pH Hasil Pengukuran Setelah Pengenceran	49
Gambar 4. 8 Suhu Hasil Pengukuran	50
Gambar 4. 9 Perubahan Nilai Nitrat	51
Gambar 4. 10 Perubahan Nilai Amonium	52
Gambar 4. 11 Hasil Anova Bakteri Starter Serbuk	54
Gambar 4. 12 Hasil Anova Bakteri Starter Cair	55
Gambar 4. 13 Penurunan Nilai BOD	56
Gambar 4. 14 Penurunan Nilai COD	57
Gambar 4. 15 Perubahan Tinggi Batang Tanaman Sorgum	62
Gambar 4. 16 Perubahan Jumlah Daun Tanaman Sorgum	70
Gambar 4. 17 Perubahan Tinggi Batang Tanaman Jagung	73
Gambar 4. 18 Perubahan Jumlah Daun Tanaman Jagung	81
Gambar L. 1 Proses Penanaman Tanaman Uji	139
Gambar L. 2 Tanaman Jagung 5 HST	139
Gambar L. 3 Tanaman Sorgum 15 HST	140
Gambar L. 4 Tanaman Jagung dan Sorgum 20 HST	140
Gambar L. 5 Tanaman Sorgum 40 HST	141

Gambar L. 6 Tanaman Jagung 40 HST	141
Gambar L. 7 Sorgum 60 HST	142
Gambar L. 8 Tanaman Jagung 60 HST	142
Gambar L. 9 Tanaman Jagung 60 HST yang Sudah Berbunga	143
Gambar L. 10 Perbedaan Pertumbuhan Tanaman yang Dekat dan Jauh dengan Matahari	143

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Air Lindi.....	5
Tabel 2.2 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Cair Organik	14
Tabel 2. 3 Persyaratan Kandungan Bakteri Pada Pupuk.....	14
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian untuk Bakteri Starter Serbuk.....	35
Tabel 3. 2 Matriks Penelitian untuk Bakteri Starter Cair	35
Tabel 4. 1 Perbandingan Nilai Nitrat-Amonium Pada Lindi dan Kebutuhan N Pada Tanaman	39
Tabel 4. 2 Perbandingan Nilai BOD Pada Lindi	40
Tabel 4. 3 Perbandingan Nilai COD Pada Lindi.....	41
Tabel 4. 4 Hasil Akhir Pengukuran Pada Semua Parameter.....	59
Tabel 4. 5 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 50 kali	64
Tabel 4. 6 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 50 kali	64
Tabel 4. 7 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 75 kali	65
Tabel 4. 8 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 75 kali	66
Tabel 4. 9 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 100 kali	67
Tabel 4. 10 Jenis Pupuk dari Lindi	68
Tabel 4. 11 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 50 kali	71
Tabel 4. 12 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 75 kali	72
Tabel 4. 13 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 100 kali	72
Tabel 4. 14 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 50 kali	74
Tabel 4. 15 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 50 kali	75

Tabel 4. 16 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 75 kali	76
Tabel 4. 17 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 75 kali	77
Tabel 4. 18 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 100 kali	78
Tabel 4. 19 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 100 kali	79
Tabel 4. 20 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 50 kali	82
Tabel 4. 21 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 75 kali	82
Tabel 4. 22 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 100 kali	83
Tabel L. 1 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Serbuk	111
Tabel L. 2 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Cair	113
Tabel L. 3 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri di Reaktor Kontrol.....	115
Tabel L. 4 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Serbuk.....	117
Tabel L. 5 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Cair.....	119
Tabel L. 6 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Lindi	121
Tabel L. 7 Hasil Analisis BOD dan COD Setelah Fermentasi (mg/L).....	123
Tabel L. 8 Hasil Analisis Amonium dan Nitrat Setelah Fermentasi	125
Tabel L. 9 Hasil Analisis Suhu dan pH Setelah Fermentasi	127
Tabel L. 10 Hasil Analisis pH Sebelum Pemberian ke Tanaman Uji.....	127
Tabel L. 11 Hasil Pengamatan Tinggi Batang Tanaman Sorgum dalam cm	129

Tabel L. 12 Hasil Pengamatan Tinggi Batang Tanaman Jagung dalam cm.....	131
Tabel L. 13 Hasil Pengamatan Jumlah Daun Sorgum	133
Tabel L. 14 Hasil Pengamatan Jumlah Daun Jagung.....	135

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tahapan Uji Nitrat dan Amonium	99
Lampiran 2 Tahapan Uji BOD	101
Lampiran 3 Tahapan Uji COD	105
Lampiran 4 Tahapan Uji TPC (Total Plate Count)	107
Lampiran 5 Reaktor untuk Proses Fermentasi.....	109
Lampiran 6 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Selama Fermentasi Reaktor Serbuk.....	111
Lampiran 7 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Selama Fermentasi Reaktor Cair	113
Lampiran 8 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Reaktor Kontrol	115
Lampiran 9 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Serbuk.....	117
Lampiran 10 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Cair	119
Lampiran 11 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi.....	121
Lampiran 12 Hasil Analisis BOD dan COD	123
Lampiran 13 Hasil Analisis Amonium dan Nitrat Hasil Fermentasi	125
Lampiran 14 Hasil Analisis Suhu dan pH Hasil Fermentasi.....	127
Lampiran 15 Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman Uji.....	129
Lampiran 16 Hasil Pengamatan Jumlah Daun Tanaman Uji	133
Lampiran 17 Hasil Uji Koloni Bakteri Azospirillum	137
Lampiran 18 Pertumbuhan Tanaman Uji	139

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surabaya yang merupakan ibukota Provinsi Jawa Timur dibagi dalam 31 kecamatan dan 163 kelurahan. Kepadatan penduduk pada tahun 2010 mencapai 8,463 jiwa/km² (Surabaya Dalam Angka, 2015). Hal ini linier dengan jumlah timbunan sampah yang dihasilkan kota Surabaya. Timbunan sampah yang dihasilkan merupakan dampak dari pertambahan jumlah pemukiman, perdagangan, dan perindustrian yang semakin pesat.

Pertambahan jumlah penduduk yang diikuti dengan bertambahnya volume, jenis serta karakteristik sampah telah menjadi sebuah permasalahan. Sehingga perlu dilakukan pengelolaan yang baik. Ada beberapa pengelolaan sampah yang dapat dilakukan. Diantaranya adalah pengurangan dan penanganan sampah (Undang-Undang RI, 2008). Salah satu sarana penanganan sampah adalah Stasiun Peralihan Antara (SPA). SPA merupakan sarana pemindahan sampah dari alat angkut kecil ke besar. SPA dibangun pada daerah (kota) yang memiliki lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) berjarak lebih dari 25 km. Pada SPA juga terdapat proses reduksi sampah berupa proses pemadatan.

Salah satu SPA yang terdapat di Surabaya dan aktif hingga saat ini adalah SPA Rangkah. SPA ini berbatasan dengan dua kecamatan yaitu Kecamatan Tambaksari dan Kecamatan Simokerto. Salah satu fasilitas utama di SPA Rangkah adalah unit pereduksi volume. Unit ini berupa alat pemadat yang dapat mereduksi volume sekaligus mengurangi kadar air di dalam sampah. Dalam ketentuan Kementerian Pekerjaan Umum (2013), SPA disyaratkan minimal menyediakan bak penampung lindi. Bak ini berfungsi untuk menampung kadar air dari sampah yang telah melalui proses pemadatan.

Lindi berbentuk cairan dan dapat mengandung bibit penyakit. Sebagai benda cair, lindi akan mengalir ke tempat yang lebih rendah. Lindi dapat merembes ke dalam tanah dan bercampur dengan air tanah. Lindi juga dapat mengalir di permukaan tanah dan bermuara pada aliran air sungai. Kemampuan lindi mencemari air permukaan/air tanah dipengaruhi oleh kondisi

geologi (tipe tanah dan jenis batuan) serta kondisi hidrologi (kedalaman dan pergerakan air tanah, serta jumlah curah hujan) (Maramis, 2008). Menurut Darmasetiawan (2004), lindi merupakan air yang terbentuk dalam timbunan sampah yang melarutkan banyak senyawa. Sehingga memiliki kandungan pencemar khususnya zat organik yang sangat tinggi. Oleh sebab itu, lindi berpotensi menimbulkan pencemaran, baik pencemaran air tanah maupun air permukaan. Namun, lindi memiliki unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Menurut Tchobanoglous *et al* (1993), unsur tersebut antara lain, organik Nitrogen (10-600 mg/l), Amonium Nitrogen (10-800 mg/l), Nitrat (5-40 mg/l), Fosfor Total (1-70 mg/l), Total besi (50-600 mg/l). Sehingga, air lindi memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik dengan memanfaatkan bakteri starter.

Disamping itu, ketergantungan manusia terhadap pupuk kimia semakin besar. Hal ini sebagai dampak permintaan pemenuhan kebutuhan terhadap tanaman pangan yang semakin tinggi. Pupuk kimia adalah zat substitusi yang dibutuhkan tanaman namun tidak semua zat pada pupuk kimia dapat diserap oleh tanaman. Sebagian molekul kimiawi akan merusak regenerasi humus dan sebagian yang lainnya akan hilang akibat penguapan serta pencucian yang terbawa oleh air hujan (Romli, 2012). Dampak negatif yang ditimbulkan oleh pupuk kimia, dapat dikurangi dengan cara penggunaan pupuk organik. Sehingga diperlukan sebuah alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia dengan menggantinya menggunakan pupuk organik.

Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan lindi yang dihasilkan oleh sampah-sampah di SPA Rangkah. Lindi dimanfaatkan dengan cara fermentasi dengan penambahan bakteri penambat N. Lindi yang digunakan pada penelitian ini diambil dari hasil pemadatan sampah yang ada di SPA Rangkah. Hasil dari fermentasi tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai pupuk organik untuk tanaman pangan, yaitu sorgum (*Sorghum bicolor*) dan jagung (*Zea mays*). Dengan penambahan bakteri, diharapkan kadar unsur makro, khususnya nitrat dan amonium pada lindi meningkat sehingga dapat digunakan sebagai pupuk cair organik.

1.2 Rumusan Masalah

Proses pemadatan yang menghasilkan lindi pada SPA Rangkah berpotensi menimbulkan permasalahan berupa bau dan pencemaran. Disamping itu, penggunaan pupuk kimia yang saat ini banyak digunakan dapat merusak regenerasi humus pada tanah. Salah satu hal yang dapat dilakukan yaitu dengan cara menjadikan air lindi tersebut sebagai pupuk organik cair untuk tanaman. Hal ini sebagai salah satu alternatif pemanfaatan air lindi sekaligus mengurangi penggunaan pupuk kimia khususnya pada tanaman pangan. Tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman pangan, yaitu sorgum (*Sorghum bicolor*) dan jagung (*Zea mays*). Pemanfaatan air lindi sebagai pupuk cair dilakukan dengan menggunakan bakteri starter yang difermentasikan pada air lindi SPA Rangkah yang telah diencerkan dalam beberapa variasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini:

1. Menentukan konsentrasi penambahan bakteri starter dalam menghasilkan pupuk cair lindi yang baik.
2. Menentukan pengaruh pengenceran lindi dengan konsentrasi bakteri starter yang telah difermentasikan terhadap laju pertumbuhan tanaman pangan yang baik.
3. Menentukan pengaruh penambahan bakteri starter dalam pembentukan pupuk cair lindi terhadap pertumbuhan tanaman

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium yang akan dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Air dan Laboratorium Limbah Padat dan B3 Departemen Teknik Lingkungan FTSP ITS.
2. Penelitian dilakukan pada awal Februari hingga Juni 2017.
3. Analisis kandungan nutrisi dilakukan dengan menggunakan analisis nitrat, amonium, serta analisis BOD dan COD.
4. Air lindi diambil dari SPA Rangkah.

5. Parameter yang diteliti adalah unsur nitrat, amonium, BOD dan COD.
6. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, dan jumlah daun.
7. Variasi yang digunakan, yaitu:
 - Variasi tanaman pangan:
 - a) Sorgum (*Sorghum bicolor*)
 - b) Jagung (*Zea mays*)
 - Variasi penambahan konsentrasi bioaktivator dan pengenceran lindi.
8. Media tanam yang digunakan adalah tanah.
9. Pada proses fermentasi dilakukan uji *Total Plate Count* (TPC) pada bioaktivator, yaitu pada hari ke-7, dan ke-14.
10. Pengukuran pH dan suhu dilakukan pada akhir proses fermentasi
11. Uji karakteristik kandungan air lindi SPA Rangkah dilakukan sebelum penambahan bioaktivator dan setelah penambahan bioaktivator.
12. Reaktor yang digunakan dalam penelitian adalah botol kaca untuk proses fermentasi dan wadah *polybag* untuk penanaman.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini:

1. Memberikan alternatif pemanfaatan air lindi sampah SPA Rangkah sebagai pupuk cair tanaman pangan yaitu sorgum (*Sorghum bicolor*) dan jagung (*Zea mays*).
2. Memberikan alternatif pengganti pupuk kimia yang ada di pasaran.
3. Sebagai informasi secara ilmiah mengenai teknik pemanfaatan air lindi dengan fermentasi bakteri pada bioaktivator sebagai pupuk cair tanaman pangan yaitu sorgum (*Sorghum bicolor*) dan jagung (*Zea mays*).

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Karakteristik Lindi

Lindi adalah cairan yang diakibatkan karena masuknya air ke dalam timbunan sampah. Air tersebut melarutkan zat-zat terlarut sampah dan mengandung organik yang tinggi sebagai hasil dekomposisi sampah (Royadi, 2006). Sedangkan menurut Priyono *et al* (2008), air lindi atau air luruhan sampah merupakan cairan sampah hasil ekstraksi bahan terlarut maupun tersuspensi. Secara umum, lindi terdiri atas senyawa-senyawa kimia hasil dekomposisi sampah dan air yang masuk dalam timbunan sampah. Air tersebut dapat berasal dari air hujan, saluran drainase, air tanah atau dari sumber lain.

Nitrogen dan fosfor merupakan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman dan terdapat pada air lindi. Dalam penelitian Kusmayadi (1986), diketahui bahwa air lindi mengandung beberapa unsur hara yang berkadar tinggi (lebih dari 10 mg/l) seperti Nitrogen (N), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Besi (Fe), dan Kalium (K). Karakteristik air lindi ditunjukkan oleh Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Karakteristik Air Lindi

Parameter	Satuan	Range
COD	mg/liter	150 – 100000
BOD	mg/liter	100 - 90000
pH	mg/liter	5,3 – 8,5
Alkalinitas	mg CaCO ₃ /liter	300 – 11500
Kesadahan	mg CaCO ₃ /liter	500 – 8900
NH ₄	mg/liter	1 - 1500
N-Organik	mg/liter	1 – 2000
N-Total	mg/liter	50 – 5000
NO ₃ (Nitrit)	mg/liter	0,1 – 50
NO ₂ (Nitrat)	mg/liter	0 – 25
P-Total	mg/liter	10 – 2500
PO ₄	mg/liter	50 – 1150
Ca	mg/liter	50 – 4000
Mg	mg/liter	10 – 2500
Na	mg/liter	10 – 1200
K	mg/liter	30 – 4000
SO ₄	mg/liter	0,4 – 2200

Lanjutan Tabel 2. 1 Karakteristik Air Lindi

Parameter	Satuan	Range
Cl	mg/liter	0,05 – 170
Fe	mg/liter	0,4 – 50
Zn	mg/liter	0,05 – 170
Mn	mg/liter	0,4 – 50
CN	mg/liter	0,04 – 90
Phenol	µg/liter	0,04 – 44
As	µg/liter	5 – 1600
Cd	µg/liter	0,5 – 140
Co	µg/liter	4 – 950
Ni	µg/liter	20 – 2050
Pb	µg/liter	8 – 1020
Cr	µg/liter	300 -1600
Cu	µg/liter	4 – 1400
Hg	µg/liter	0,2 – 50

Sumber: Balai Laboratorium Kesehatan Surabaya (2005)

Lindi mengandung banyak zat organik dan anorganik dengan konsentrasi yang tinggi. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa konsentrasi materi organik lindi memiliki konsentrasi lebih tinggi dari pada air limbah. Parameter BOD, COD, dan TOD biasanya dipakai sebagai konsentrasi materi organik yang berkaitan dengan pencemaran.

Keberadaan lindi yang diakibatkan adanya sampah masih menjadi sumber masalah bagi kota-kota di Indonesia, khususnya Surabaya. Hal itu terjadi karena umumnya lindi belum dikelola dengan baik. Lindi belum diolah secara maksimal menjadi effluen yang aman dialirkan ke lingkungan. Sehingga lindi selalu mencemari badan-badan air di sekitar TPA sampah. Secara umum, adanya TPA sampah atau tempat pembuangan sampah lain, tidak akan dipermasalahakan oleh masyarakat sekitar apabila keberadaannya tidak menyebabkan pencemaran, baik pencemaran yang disebabkan oleh sampah padat atau lindinya (Gamayanti *et al.*, 2012).

Menurut Fairus *et al.* (2011), komposisi lindi tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik sampah. Selain itu, komposisi lindi dipengaruhi oleh mudah tidaknya degradasi (larut atau tidak larut), kondisi tumpukan sampah (temperatur, kelembaban, pH, dan umur), karakteristik sumber air (kuantitas dan mutu air yang

dipengaruhi oleh iklim dan hidrogeologi), komposisi tanah penutup (jika di TPA), ketersediaan nutrisi dan mikroba, serta kehadiran inhibitor.

2.2 Dampak Negatif Lindi

Lindi yang timbul sebagai akibat dari hasil tumpukan sampah, memiliki dampak negatif bagi lingkungan dan manusia jika sampai masuk ke dalam tubuh. Lindi yang terbentuk juga dapat mengandung bibit penyakit. Oleh karena itu, lindi harus diolah agar tidak mencemari lingkungan dan dapat dimanfaatkan. Menurut Tchobanoglous *et al* (1993), air lindi banyak mengandung unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman. Sementara kalau tidak dimanfaatkan, air lindi mencemari air sekitar tempat pembuangan sampah sehingga menyebabkan penurunan kualitas lingkungan.

Penurunan kualitas lingkungan tersebut dapat berdampak pada air permukaan dan air tanah. Kalsium, magnesium, sodium dan potassium merupakan unsur utama yang ada pada lindi. Konsentrasi sodium yang tinggi pada lindi dapat menyebabkan penyakit ginjal, jantung, serta sistem peredaran darah, jika masuk ke dalam tubuh manusia (Mohr *et al.*, 2006). Unsur lain seperti kalsium, biasa ditemukan di akuifer air tanah yang terlarut dari batuan. Magnesium menyebabkan kesadahan (Harmsen, 1983), dan konsentrasi kalsium yang tinggi dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada air yang dikonsumsi (Naveen *et al.*, 2016).

2.3 SPA Rangkah

Stasiun Peralihan Antara Persampahan atau SPA Rangkah merupakan salah satu SPA yang ada di Kota Surabaya. Jenis sampah yang ditangani oleh SPA adalah sampah rumah tangga yang diperbolehkan masih dalam keadaan tercampur. Sampah tersebut berasal dari empat kelurahan, yakni Kelurahan Gading, Rangkah, Dukuh Setro dan Kapasmadya Baru (Setiadewi dan Herumurti, 2014). Tampak depan SPA Rangkah dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Sampah yang masuk ke SPA Rangkah kemudian akan dimasukkan ke dalam kotak pemadat. Proses pemadatan dilakukan dengan cara memberi tekanan tertentu terhadap suatu

besaran volume sampah. Hal ini ditujukan untuk mereduksi volume sampah sekaligus mengurangi kadar air dalam sampah. Alat pemadat dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 1SPA Rangka
Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 2. 2Alat Pemadat di SPA Rangka
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pemadatan dilakukan dengan metode vertikal satu arah dari atas ke bawah. Sampah yang telah padat kemudian diangkut menuju TPA. Sedangkan hasil lain dari proses pemadatan berupa lindi. Lindi tersebut ditampung pada bak penampung lindi yang berada disamping alat pemadat sebelah luar gedung SPA. Setelah bak penampung tersebut penuh, maka lindi akan dibawa ke Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang berada di TPA. Bak

penampungan lindi yang ada di SPA ini akan penuh sekitar 2-3 hari sesuai dengan volume sampah yang masuk.

Faktor lain yang mempengaruhi volume lindi adalah curah hujan. Ketika curah hujan tinggi, maka volume lindi akan semakin besar dan semakin cepat pula bak penampungan lindi tersebut penuh. Produksi serta karakteristik air lindi dapat bervariasi. Hal ini tergantung dari tingkat pemadatan sampah, komposisi sampah, dan iklim serta kadar air dalam sampah (Setiadewi dan Herumurti, 2014). Bak penampungan lindi dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3Bak Penampungan Lindi

Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.4 Pupuk Anorganik (Kimia)

Pupuk anorganik atau kimia adalah pupuk yang mengandung satu atau lebih senyawa anorganik (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004). Fungsi utama dari pupuk ini adalah sebagai penambah hara tanaman. Beberapa kelebihan dari pupuk anorganik adalah:

- a. Mampu menyediakan hara dalam waktu relatif lebih cepat
- b. Menghasilkan nutrisi yang siap diserap oleh tanaman
- c. Kandungan jumlah nutrisi lebih banyak
- d. Tidak berbau menyengat
- e. Praktis serta mudah diaplikasikan

Disamping memiliki kelebihan, pupuk anorganik juga memiliki kelemahan yaitu menimbulkan pencemaran pada tanah, jika diberikan dengan dosis yang tinggi. Selain itu, penggunaan pupuk anorganik dalam jangka waktu yang relatif lama akan menyebabkan kondisi tanah mengeras, kurang mampu

menyimpan air dan pH menjadi asam. Dampak lanjutnya, produktivitas tanaman menjadi menurun (Parman, 2007).

2.5 Pupuk Organik

Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011, pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan atau limbah organik lainnya yang berbentuk padat atau cair. Pupuk ini dapat diperkaya dengan bahan mineral atau mikroba untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah. Selain itu, pupuk ini dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pupuk ini merupakan hasil penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dan menghasilkan zat-zat makanan yang dibutuhkan oleh tanaman (Wiyana, 2008). Manfaat utama pupuk organik adalah dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisik dan biologis tanah. Selain itu, pupuk organik bermanfaat sebagai sumber hara bagi tanaman. Pembuatan pupuk organik dapat dibuat dengan berbagai jenis bahan. Oleh karena itu, kualitas pupuk yang dihasilkan sesuai dengan jenis bahan yang digunakan (Sutanto, 2000).

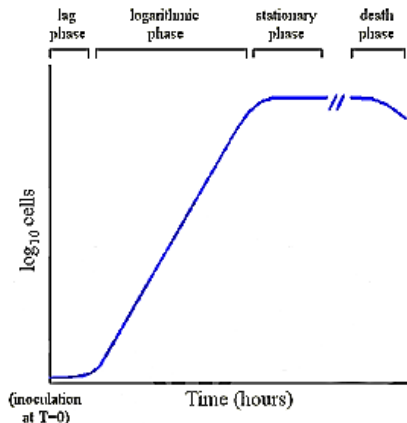
Pupuk berfungsi untuk menggantikan unsur yang habis diambil oleh tanaman dari tanah. Sehingga pemupukan merupakan proses penambahan unsur hara bagi tanah dan tanaman. Penggunaan pupuk organik secara berkala dan berkelanjutan dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah terjadinya degradasi lahan. Pengaruh terhadap lahan dan tanaman juga beragam. Hal ini sebagai akibat dari jenis bahan untuk pembuatan pupuk yang sangat beragam.

2.6 Fermentasi

Fermentasi adalah proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik (tanpa memerlukan oksigen) (Fardias, 1992). Proses anaerob memiliki beberapa kelebihan. Diantaranya adalah tidak membutuhkan energi untuk aerasi, lumpur atau sludge yang dihasilkan sedikit, polutan yang berupa bahan organik hampir semuanya dikonversi ke bentuk biogas (gas metan) yang mempunyai nilai kalor cukup tinggi (Mahajoeno, 2007). Empat tahap proses transformasi bahan organik pada sistem anaerobik tersebut yaitu:

- a. Hidrolisis yaitu senyawa organik kompleks yang berupa polimer di degradasi menjadi monomernya.
- b. Asidogenesis adalah proses pengonversian monomer-monomer hasil hidrolisis menjadi senyawa organik sederhana seperti asam lemak volatil, alkohol, asam laktat, senyawa mineral (karbondioksida, hidrogen, amoniak, dan gas hidrogen sulida).
- c. Asetogenesis yaitu hasil asidogenesis dikonversi menjadi hasil akhir produksi metana berupa asetat, hidrogen, dan karbondioksida.
- d. Metanogenesis adalah proses terbentuknya metana dan karbondioksida.

Fermentasi merupakan proses yang melibatkan pertumbuhan mikroorganisme yang kemudian menghasilkan komponen-komponen kimiawi sebagai hasilnya (Satiawihardja, 1992). Pertumbuhan mikroorganisme (fase-fase pertumbuhan) dapat digambarkan dengan kurva pertumbuhan seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme

Sumber: Sarbini (2012)

Oleh sebab itu, pertumbuhan mikroorganisme merupakan salah satu hal penting yang mempengaruhi berlangsungnya proses fermentasi. Fase pertumbuhan mikroorganisme adalah sebagai berikut:

- 1) Fase adaptasi (*lag phase*). Terjadi saat pemindahan mikroba dari suatu medium ke medium lain, untuk menyesuaikan dengan substrat dan kondisi lingkungan sekitar. Pada fase ini diikuti fase pertumbuhan awal, yaitu ketika sel mikroorganisme mulai membelah dengan kecepatan yang rendah akibat dari penyesuaian diri.
- 2) Fase pertumbuhan logaritmik (*logarithmic phase*), yaitu fase mikroorganisme melakukan pembelahan secara cepat dan konstan. Pada fase ini dipengaruhi oleh kondisi medium (pH dan nutrient), kondisi lingkungan (suhu dan kelembapan udara). Setelah terjadi fase pertumbuhan logaritmik, mikroorganisme akan mengalami fase pertumbuhan lambat. Pada fase ini, pertumbuhan sel mikroba mulai melambat. Hal ini disebabkan oleh nutrisi yang ada sudah sangat berkurang. Pertumbuhan pada fase ini tidak stabil. Namun jumlah populasi masih naik Karena jumlah sel tumbuh masih lebih banyak dibanding sel yang mati.
- 3) Fase pertumbuhan tetap (*stationary phase*). Pada fase ini jumlah mikroba tetap. Hal ini dikarenakan jumlah sel tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Ukuran sel menjadi lebih kecil Karena sel tetap membelah meskipun nutrisi sudah mulai habis.
- 4) Fase menuju kematian dan fase kematian (*death phase*), yaitu fase saat sebagian populasi mikroba mulai mengalami kematian yang disebabkan oleh nutrient di dalam medium dan energi cadangan sudah habis.

Faktor yang mempengaruhi perkembangan mikroorganisme antara lain nutrisi makanan, oksigen, suhu, derajat kemasaman (pH), dan cahaya.

Puspita *et al* (2016), melakukan penelitian dengan menggunakan metode fermentasi pada lindi. Pada penelitian tersebut, air lindi yang diambil dari TPA Telaga Punggur diendapkan hingga 7 hari. Kemudian lindi tersebut ditambahkan bakteri starter dan dilakukan fermentasi selama 14 hari. Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan analisis kandungan NPK, unsur mikro, dan beberapa unsur makro. Hasil dari analisis tersebut digunakan sebagai pembanding dengan pupuk kimia. Perbandingan tersebut dilakukan untuk menentukan dosis pemberian pupuk pada tanaman uji.

2.7 Bakteri Penambat N

Salah satu bakteri penambat N adalah *Azospirillum sp.* *Azospirillum* merupakan bakteri tanah yang mampu menambat nitrogen (N_2) 40-80% dari total nitrogen (Eckert *et al*, 2001). Bakteri tersebut dapat meningkatkan efisiensi pemupukan (Akbari *et al*, 2007). Dalam proses fiksasi N atmosfer, bakteri *Azospirillum sp.* menambat N bebas dan mengubahnya menjadi sebuah jaringan yang kemudian melalui proses pelapukan, amonifikasi dan nitrifikasi akan memberikan sebagian nitrogen udara sebagai nitrogen yangtersedia bagi tanaman (Garner *et al.*, 1995). Okon dan Kalpunik (1986), menyatakan bahwa inokulasi *Azospirillum* pada tanaman sorgum dapat meningkatkan hasil sebesar 15-20%. Faktor lingkungan yang mempengaruhi keanekaragaman bakteri dalam tanah antara lain: kelembapan tanah, aerasi, suhu, bahan organik, derajat kemasaman (pH), dan suplai hara. Sebagian bakteri dapat hidup pada kondisi ekstrim dengan membentuk endispora (Alexander, 1977).

Menurut penelitian Bashandan Holguin(1997), penambahan bakteri pendukung pertumbuhan mampu meningkatkan pertumbuhan mikroalga sehingga mikroalga dapat dimanfaatkan untuk menurunkan konsentrasi lindi. Bakteri ini mampu menambat nitrogen bebas lebih baik daripada bakteri tanah penambat nitrogen lainnya (Samekto, 2008). *Azospirillum* adalah bakteri rizosfer non-simbiotik (Bashan dan Holguin, 1997), yang terdapat pada hampir semua sistem perakaran tumbuhan. Termasuk pada rerumputan dan tanaman budidaya (Saharan dan Nehra, 2011).

Menurut Alin (2008), pertumbuhan *Azospirillum* optimum pada suhu 32°C-36°C dengan pH diantara 6,8 hingga 7,9. Tanah yang mengandung pH dibawah 5,7 umumnya tidak mengandung *Azospirillum*. Bakteri ini banyak terdapat di daerah perakaran padi, jagung, gandum, sorgum serta gulma yang berasosiasi dengan padi serta tumbuhan dikotil dan monokotil lainnya. Mikroba ini bersifat sangat aerobik dengan adanya amonia di dalam media dan tidak mampu menambat nitrogen dalam keadaan anaerob total (Gunawan, 2011). *Azospirillum sp.* dapat melarutkan fosfat, salah satunya dengan cara mereduksi pH media (Rodriguez *et al.*, 2004).

2.8 Persyaratan Kandungan Pupuk Organik

Air lindi memiliki kandungan senyawa berupa logam-logam yang merupakan kandungan unsur hara mikro pupuk organik antara lain Cu, Fe, Zn, dan Mn. Menurut David *et al* (2009), air lindi merupakan bahan kimia kompleks yang memiliki dampak negatif terhadap kualitas air. Untuk mengurangi dampak negatif tersebut air lindi dapat dimanfaatkan menjadi pupuk cair karena mengandung amonium, kalsium, magnesium, natrium, kalium, serta besi. Unsur-unsur tersebut merupakan unsur yang dapat digunakan oleh tanaman. Khususnya untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011, persyaratan minimal pupuk cair organik sesuai pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Cair Organik

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	Logam berat:		
	As	ppm	maks 2,5
	Hg	ppm	maks 0,25
	Pb	ppm	maks 12,5
	Cd	ppm	maks 0,5
2	Hara makro:		
	N	%	3-6
	P ₂ O ₅	%	3-6
	K ₂ O	%	3-6
3	Hara mikro:		
	Fe total	ppm	90-900
	Fe tersedia	ppm	5-50
	Mn	ppm	250-5000
	Cu	ppm	250-5000
	Zn	ppm	250-5000
	B	ppm	125-2500
	Co	ppm	5-20
	Mo	ppm	2-10

Sumber : Peraturan Menteri Pertanian Nomor
70/Permentan/SR.140/10/2011

Uji kandungan pupuk organik cair lindi dilakukan pada tahap fermentasi. Pada pupuk tersebut, diperiksa kandungan bakteri yang kemudian disesuaikan dengan Peraturan Menteri Pertanian

Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011. Peraturan Menteri Pertanian mengenai kandungan bakteri minimal dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3Persyaratan Kandungan Bakteri Pada Pupuk

Parameter	Standar Mutu Menurut Jenis Bahan			Metode Pengujian
	Tepung/Serbuk	Granul/Pellet	Cair	
1. Bakteri *) Misalnya: <i>Azospirillum sp</i>	$\geq 10^7$ cfu/g berat kering contoh	$\geq 10^7$ cfu/g berat kering contoh	$\geq 10^8$ cfu/ml	TPC **)
2. Fungi*) Misalnya: <i>Aspergillus sp</i>	$\geq 10^5$ cfu/g berat kering contoh	$\geq 10^4$ cfu/g berat kering contoh	$\geq 10^4$ cfu/ml	TPC **)
Fungsional: a. Penambat N b. Pelarut P c. Penghasil fitohormon d. Perombak bahan organik (dekomposer)	Positif Positif >0,0 Positif	Positif Positif >0,0 Positif	Positif Positif >0,0 Positif	Media bebas N Media pikovskaya Spektrofotometri Media agar CMC/Avicel
pH	5,0-8,0			pH H ₂ O, pH - meter

Sumber: Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011

Kandungan pupuk yang dibuat dari lindi diuji menggunakan uji nitrat dan amonium. Uji nitrat menggunakan metode brucin asetat. Uji amonium menggunakan metode nessler. Uji karakteristik N, BOD dan COD mengacu pada *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

2.9 Hara N

Hara N adalah hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman serta merupakan komponen utama dari substansi pada tanaman. Sekitar 40-50% kandungan protoplasma pada sel tumbuhan terdiri dari senyawa nitrogen. Senyawa tersebut digunakan untuk membentuk asam amino yang akan diubah menjadi protein. Selain itu, nitrogen juga digunakan untuk membentuk senyawa penting lain seperti klorofil, asam nukleat, dan enzim. Sehingga tumbuhan membutuhkan suplai nitrogen yang cukup untuk pertumbuhan tanaman yang baik (Novizan, 2005). Secara umum, nitrogen diambil oleh tanaman berbentuk amonium dan nitrat.

Pengaruh nitrogen dalam pertumbuhan tanaman berpengaruh pada pertumbuhan daun. Disamping itu, pemberian nitrogen dalam jumlah besar akan mengakibatkan menipisnya bahan dinding sel sehingga tanaman mudah terserang penyakit dan mudah terpengaruh oleh keadaan buruk seperti kekeringan atau kedinginan. Sebaliknya, kandungan nitrogen yang rendah dapat mengakibatkan tebalnya dinding sel daun dengan ukuran sel yang kecil. Daun akan cenderung keras dan penuh dengan serat-serat. Selain itu, nitrogen dapat mempengaruhi warna daun sehingga warna menjadi hijau gelap. Jika nitrogen kurang dibanding dengan unsur lainnya, maka warna daun akan menjadi kekuning-kuningan atau hijau kemerah-merahan (Munawar, 2011).

Kekurangan unsur hara N sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman jagung hingga 30%. Hal ini dikarenakan nitrogen merupakan unsur hara utama bagi tanaman. Nitrogen merupakan bagian dari protoplasma, penyusunan asam amino pembentuk protein, penyusun tubuh tanaman dan bagian terbesar dari biomas tanaman (Jones, 1987). Akibat lebih lanjut, tanaman akan mengalami gangguan fotosintesis, pertumbuhan dan produksi terhambat.

Hara N, P dan K merupakan hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Menurut Dewanto *et al* (2013), tanaman jagung memerlukan 300 kg/ ha N, 150 kg/ha P, dan 75 kg/ha K. Sedangkan untuk tanaman sorgum memerlukan 150 kg/ha N, 50 kg/ha P, dan 125 kg/ha K (Lumbantobing *et al*, 2008).

2.10 BOD dan COD

BOD dan COD merupakan parameter yang biasa digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran pada air. Pada lindi, nilai BOD dan COD memiliki konsentrasi yang tinggi, melebihi nilai ambang batas (baku mutu) yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.59/Menlhk/ Setjen/Kum.1/7/2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah bahwa kadar paling tinggi untuk BOD sebesar 150 mg/L dan COD sebesar 300 mg/L. Sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut jika akan di buang ke badan air.

2.10.1 BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan bakteri aerobik untuk menguraikan bahan organik di dalam air melalui proses oksidasi biologis. BOD juga dapat diartikan sebagai oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa-senyawa kimia (Siregar, 2005). Semakin tinggi nilai BOD₅, maka semakin tinggi pula tingkat pencemaran yang ditimbulkan (Fatha, 2007). Hal tersebut juga diungkapkan oleh Dasgupta dan Yildiz (2016), bahwa nilai BOD rendah merupakan indikator perairan yang baik, sedangkan nilai BOD yang tinggi adalah indikator bagi perairan yang tercemar. BOD biasanya ditunjukkan dalam satuan mg O₂/L sampel selama 5 hari pada inkubasi 20°C dan sering digunakan sebagai nilai yang mewakili pencemaran organik di air (Dasgupta dan Yildiz, 2016).

Inkubasi 5 hari biasa digunakan sebagai periode untuk pengujian jangka pendek dari total waktu degradasi selama 320 hari. Sekitar 70% zat organik terdegradasi hingga hari ke-5 pada suhu 20°C (Heukelekian H dan Gelman I, 1951).

2.10.2 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik pada 1 liter sampel air, dengan pengoksidasi kalium bikromat sebagai sumber oksigen. Menurut Effendi (2003), COD adalah jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi maupun sukar didegradasi. Pengukuran BOD dan COD tidak

menunjukkan jumlah bahan organik yang terkandung di dalam lindi. Namun, dapat menunjukkan secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam mengoksidasi bahan buangan pada lindi tersebut (Arbain *et al.*, 2008).

Nilai COD selalu lebih besar BOD. COD ditunjukkan dalam satuan mg/L, yaitu jumlah oksigen yang dikonsumsi per Liter larutan. Selain itu, COD dapat pula ditunjukkan dalam satuan ppm (Sawyer *et al.*, 2000). Nilai COD menunjukkan total konsentrasi dari senyawa organik dalam air (Burhanuddin, 2010).

2.11 Unsur Hara

Unsur-unsur hara yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan harus dalam bentuk zat terlarut dalam tanah. Senyawa-senyawa organik, sisa tumbuhan atau zat organik tanah, harus dipecah dan dimineralisasi menjadi molekul-molekul sederhana sebelum senyawa organik digunakan oleh tanaman. Unsur hara tanaman dibedakan menjadi 3:

- a. Unsur hara makro primer: N, P, K
- b. Unsur hara makro sekunder: kalsium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S)
- c. Unsur hara mikro: klor (Cl), besi (Fe), mangan (Mn), boron (B), seng (Zn), tembaga (Cu), molybdenum (Mo), nikel (Ni)

Unsur hara makro primer dan sekunder dibutuhkan dalam jumlah besar. Unsur hara yang diserap tanaman berasal dari berbagai sumber, yaitu bahan organik, mineral alami, dan unsur hara yang terikat. Bahan organik mengandung banyak unsur hara. Sebagian dapat langsung digunakan oleh tanaman dan ada yang tersimpan untuk jangka waktu yang lama.

2.12 Pemupukan Tanaman

Pemupukan pada tanaman bertujuan untuk menyediakan unsur hara yang kurang atau tidak tersedia di tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Dalam proses pemupukan terdapat beberapa hal yang mempengaruhinya, diantaranya adalah tanah, tanaman pupuk, dan iklim. Pemupukan dilakukan pada tanaman uji, yaitu pada sorgum dan jagung. Pemberian pupuk pada tanaman sorgum, terutama pupuk N dilakukan satu kali pada saat umur tanaman 10 hari setelah tanam atau dua kali,

yaitu 1/3 takaran pada saat tanam dan sisanya pada 3-4 minggu setelah tanam atau sekitar 30 hari. Sedangkan pada jagung, menurut Laiya *et al.*, (2013), pemupukan dilakukan pada saat tanaman berumur 14 Hari Setelah Tanam (HST) dan 35 HST. Pada penelitian tersebut juga menunjukkan hasil yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman jagung.

Dampak penggunaan pupuk yang tidak tepat dapat bersifat racun bagi tanaman, menghambat pertumbuhan dan produktivitas tanaman, pencemaran lingkungan, kesehatan manusia terganggu, sehingga pemupukan yang banyak tidak mampu meningkatkan produksi (Poerwanto *et al.* 2012).

2.13 Pertumbuhan Tanaman

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman pangan, yaitu sorgum (*Sorghum bicolor*) dan jagung (*Zea mays*). Tanaman pangan adalah jenis tanaman yang terdapat karbohidrat dan protein di dalamnya. Kandungan tersebut digunakan sebagai sumber energi bagi manusia. Ada beberapa jenis tanaman yang termasuk tanaman pangan. Diantaranya adalah sereal (tanaman yang ditanam serta dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat, seperti suku padi-padian, jagung, dan gandum), biji-bijian (seperti kedelai, kacang tanah dan kacang hijau), umbi-umbian (seperti ubi, talas, wortel, kentang).

2.13.1 *Sorghum bicolor* (Sorgum)

Sorghum bicolor atau sorgum merupakan tanaman serelia yang semua bagian tanamannya memiliki manfaat. Bagian biji sorgum dapat diolah menjadi tepung. Tepung sorgum ini dapat digunakan untuk pembuatan sereal sarapan, pembuatan kue kering, dan mie kering (Felecia, 2006). Sorgum memiliki kandungan nutrisi berupa karbohidrat, protein, lemak, abu, tanin, serat kasar, pati, amilosa, amilopektin, dan air (Suprijadi, 2012). Batang dan daunnya dapat dijadikan sebagai pakan ternak dan bioetanol.

2.13.1.1 Klasifikasi *Sorghum bicolor* (Sorgum)

Klasifikasi tanaman padi adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*

Sub Divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledone*
Ordo : *Poales*
Famili : *Poaceae*
Genus : *Sorghum*
Spesies : *Sorghum bicolor* (USDA, 2008)

Batang tanaman sorgum berbentuk silinder, beruas-ruas (*internodes*) dan berbuku-buku (*nodes*). Tinggi batang tanaman sorgum bervariasi. Tingginya berkisar 0,5-4,0 m, tergantung varietasnya. Daun sebagai tempat fotosintesis dapat dijadikan indikator pertumbuhan (Sitompul dan Guritno, 1995). Gambar tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 *Sorghum bicolor*

Sumber: <http://oregonstate.edu>

2.13.1.2 Fase Pertumbuhan *Sorghum bicolor* (Sorgum)

Fase pertumbuhan pada tanaman sorgum secara umum terdapat 4 fase. Fase-fase tersebut adalah fase vegetatif, fase reproduktif, pembentukan biji dan masak fisiologis (Plessis, 2008). Fase pertumbuhan tersebut dibagi menjadi 10 tahap di antaranya adalah:

- a. Tahap 0 yaitu munculnya koleoptil di permukaan tanah, dan umumnya terjadi 3 sampai 10 hari 6 setelah tanam.
- b. Tahap 1 terjadi saat pelepah daun ke-3 muncul pada 10 hari setelah tanaman (HST) dengan laju pertumbuhan lambat.
- c. Tahap 2 yaitu saat daun ke-5 terlihat pada 20 HST dengan laju pertumbuhan cepat
- d. Tahap 3 yaitu saat diferensiasi titik tumbuh yaitu perubahan titik tumbuh tanaman dari vegetatif ke generatif sekitar 30 HST dengan pertumbuhan yang cepat sehingga kebutuhan hara dan air cukup tinggi.
- e. Tahap 4 yaitu saat muncul daun di sekitar umur tanaman 40 HST dengan ciri semua daun sudah terbuka sempurna, kecuali 3-4 daun terakhir.
- f. Tahap 5 yaitu seluruh daun telah berkembang sempurna, sehingga luas daun dan intersepsi cahaya mencapai maksimum sekitar 50 HST.
- g. Tahap 6 yaitu fase pembungaan 50% biasanya pada tanaman berumur sekitar 60 HST ditandai oleh sebagian malai sudah mekar.
- h. Tahap 7 yaitu dikenal fase masak susu pada waktu 70 HST dengan pengisian biji cepat hampir setengah bobot kering terakumulasi.
- i. Tahap 8 yaitu tiga perempat dari berat kering biji-bijian telah dicapai dan serapan hara sudah lengkap.
- j. Tahap 9 yaitu masak fisiologis ditandai oleh lapisan pati yang keras pada biji berkembang sempurna dan telah terbentuk lapisan absisi berwarna gelap, kondisi hibrida dan cuaca mempengaruhi waktu antara kematangan dan waktu panen yang tepat (Gerik *et al.*, 2003).

Salah satu keunggulan proses fisiologi tanaman sorgum adalah memiliki genpengendali untuk berada dalam kondisi *stay-green* sejak fase pengisian biji. Kondisi tanaman sorgum yang *stay-green* ini, pada akhirnya mampu memperlambat proses kekeringan pada daun (Mahalakshmi dan Bidinger, 2002). Sehingga sorgum mampu mengelola batang dan daunnya tetap hijau walaupun pasokan air sangat terbatas (Borrel *et al.*, 2006).

2.13.1.3 Syarat Tumbuh dan Pemanenan *Sorghum bicolor* (Sorgum)

Pemanenan sorgum dilakukan pada saat malai sorgum yang sudah cukup tua bijinya bernas, keras dan glume berwarna merah. Panen dengan kriteria tersebut dilakukan pada umur 100 dan 101 HST (Suminar, 2016). Sorgum memiliki daya adaptasi yang luas dan sangat tahan terhadap kondisi lahan marginal seperti kekeringan, lahan masam, lahan salin, dan lahan alkalin (FAO 2002). Namun, sorgum dapat tumbuh baik dengan syarat tumbuh yang diperlukan meliputi suhu rata-rata tahunan 25-30°C, bulan kering (<75 mm) 4-8 bulan, curah hujan/tahun 600-2000 mm, kelembaban udara 75-85%, dan kemasaman tanah 6.0-7.5 (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007).

2.13.2 *Zea mays* (Jagung)

Zea mays atau jagung merupakan tanaman pangan selain sorgum yang banyak ditanam di Indonesia. Tidak hanya sebagai bahan pangan, jagung juga dikenal sebagai salahsatu bahan pakan ternak dan industri (Purwono dan Hartono,2007).Jagung memiliki sistem perakaran akar serabut. Pada jagung yang cukup dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu untuk menyokong atau menyangga tegaknya tanaman (Tjitrosoepomo,2005).

Menurut Rubatzky dan Rubatzky dan Yamaguchi (1995), batang tanaman jagung memiliki ruas-ruas dengan jumlah 8-21. Rata-rata tinggi batang tanaman jagung antara 1-3 meter di atas permukaan tanah. Pada bagian daun, jagung memiliki helaian daun, tangkai dan pelepah daun.

2.13.2.1 Klasifikasi *Zea mays* (Jagung)

Kedudukan jagung dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Subdivisi : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledoneae*
Ordo : *Poales*

Famili : *Poaceae*(*Graminae*)
Genus : *Zea*
Spesies : *Zea mays*

2.13.2.2 Fase Pertumbuhan *Zea mays* (Jagung)

Seperti halnya tanaman sorgum, jagung juga memiliki fase pertumbuhan. Menurut Sunarti *et al.*, (2009), jagung memiliki fase pertumbuhan sebagai berikut:

- a. Fase Perkecambahan, mulai muncul pada 4-5 hari setelah tanam. Pada kondisi yang kering dan dingin, perkecambahan mulai muncul hingga dua minggu setelah tanam atau bahkan lebih.
- b. Fase Jumlah Daun Terbuka Sempurna. Fase ini berlangsung pada saat tanaman berumur 10-18 hari setelah berkecambah. Suhu rendah berpengaruh terhadap pertumbuhannya. Suhu rendah tersebut akan mempengaruhi jumlah daun dan memunda terbentuknya bunga jantan.
- c. Fase Daun Terbuka Sempurna. Fase ini berlangsung pada saat tanaman berumur 18-35 hari. Pada fase ini, tanaman memerlukan banyak unsur hara untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman.
- d. Fase Jumlah Daun Terbuka Sempurna. Fase ini berlangsung pada saat umur tanaman berumur 33-50 hari. Tanaman tumbuh dengan cepat dan membutuhkan air serta unsur hara yang cukup.
- e. Fase Berbunga Jantan. Fase ini berlangsung pada 45-52 hari setelah tanam. Pada fase ini, tinggi tanaman sudah hampir mencapai tinggi maksimum
- f. Fase Silking. Pada fase ini ditandai dengan munculnya rambut dari dalam tongkol yang tertutup kelobot.
- g. Fase Blister. Fase ini ditandai dengan adanya rambut tongkol yang mulai kering dan berwarna gelap. Fase ini berlangsung sekitar 10-14 hari setelah fase silking.
- h. Fase Masak Susu. Fase ini terjadi pada hari 18-22 setelah silking. Biji yang semula dalam bentuk cairan

bening berubah menjadi warna putih seperti susu. Kadar air dalam biji dapat mencapai 80%.

- i. Fase Dough. Fase ini mulai terjadi pada hari 24-28 setelah silking. Bagian dalam biji seperti pasta dan belum mengeras. Kadar air dalam fase ini menurun menjadi sekitar 70%.
- j. Fase Pengerasan Biji. Fase ini akan terbentuk 35-42 hari setelah silking. Pada fase ini kadar air menurun drastis yaitu sekitar 55%.
- k. Fase Masak Fisiologis. Tanaman jagung memasuki tahap ini pada 55-65 hari setelah silking. Pada tahap ini, jagung mencapai bobot kering maksimum. Kadar air pada biji berkisar antara 30-35%.

Gambar tanaman jagung (*Zea mays*) dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 *Zea mays*
Sumber: aphotoflora.com

2.13.2.3 Syarat Tumbuh dan Pemanenan *Zea mays* (Jagung)

Tanaman jagung, dapat hidup dengan baik pada suhu antara 26,5-29,5°C. Bila suhu dibawah 26,5°C, akan

mengurangi kegiatan respirasi. Sedangkan jika diatas 29,5°C, air tanah akan cepat menguap sehingga mengganggu penyerapan unsur hara oleh tanaman (Irvan, 1999). Menurut Koswara (1983), tanaman jagung mengambil N sepanjang hidupnya. Nitrogen diserap tanaman selama masa pertumbuhan sampai pematangan biji. Sehingga, tanaman jagung memerlukan ketersediaan N secara terus menerus pada semua tahap pertumbuhan hingga pembentukan biji. Pemanenan jagung dapat dilakukan pada saat tanaman berumur 100 HST (Nurdin, 2008).

Pertumbuhan tanaman dilihat dari beberapa parameter. Parameter yang digunakan diantaranya adalah tinggi batang tanaman dan jumlah daun. Pengamatan terhadap tinggi batang tanaman dan jumlah daun dilakukan sejak hari pertama pemberian pupuk dan dilakukan setiap 3 hari sekali. Pengamatan ini dilakukan hingga tanaman berusia 30 hari atau sekitar 1 bulan setelah hari pertama penyiraman.

2.14 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang pupuk dari lindi telah banyak dilakukan. Penelitian tersebut digunakan sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya. Data dari penelitian terdahulu mempermudah perkembangan penelitian untuk menentukan metode yang lebih efektif untuk pembuatan pupuk berbahan dasar lindi. Adapun penelitian mengenai pupuk berbahan dasar lindi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Penambahan	Lama Fermentasi (hari)	Tanaman Uji	Nilai Uji	Rujukan
1	7 kg daun lamtoro dan 6 kg bunga (Akasia, kamboja, dan sepatu)	14	Tidak ada	Rasio C/N	Wesen dan Riansyah, 2010.

Lanjutan Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Penambahan	Lama Fermentasi (hari)	Tanaman Uji	Nilai Uji	Rujukan
2	Tidak ada	150	Tidak ada	Nilai BOD, COD, NH ₄ -N, TKN, dan fosfat (P), kalium	Damsir, <i>et al.</i> , 2016
3	Tidak ada, hanya perlakuan aerasi	6 jam	Cabai merah	Hara makro, mikro, logam berat, BOD< COD, <i>E. coli</i>	Nurhasanah, 2010
4	Boisca	6-48 jam	Tomat	unsur makro N, P, K, Ca, dan Mg, serta unsur mikro Fe	Rilawati, 2009

BAB 3 METODE PENELITIAN

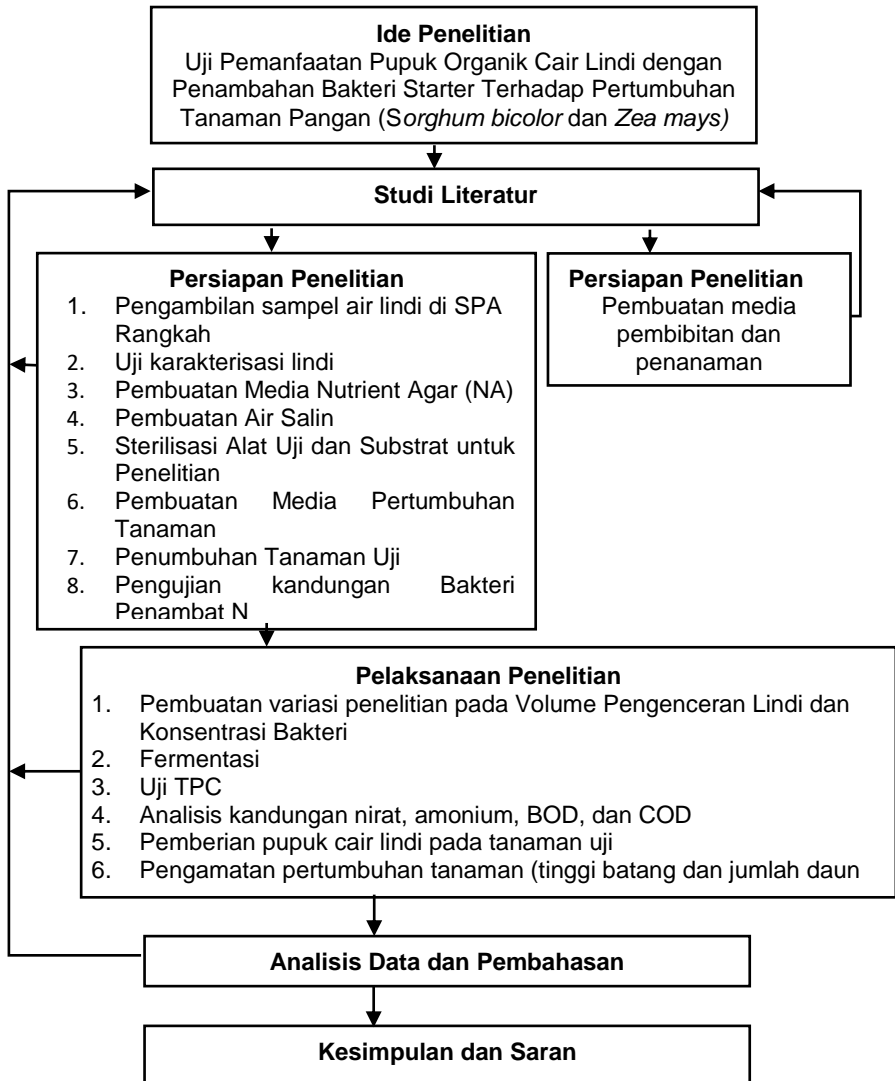
3.1 Kerangka Penelitian

Metode penelitian ini dibuat untuk memudahkan peneliti dalam menjalankan penelitian yang sistematis sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Metode penelitian dibentuk dalam kerangka penelitian sebagai gambaran awal tahap penelitian yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan penelitian. Dengan adanya kerangka penelitian, kesalahan dapat diminimalisasi.

Penelitian ini akan menganalisis pemberian pupuk organik cair lindi pada SPA Rangkah terhadap pertumbuhan tanaman pangan. Lindi tersebut ditambahkan dengan bakteri starter dalam bioaktivator untuk proses fermentasi. Namun sebelum difermentasi, lindi diencerkan untuk menghindari matinya bakteri saat dilakukan fermentasi. Parameter yang diuji adalah kandungan nutrisi berupa nitrat dan amonium, serta uji BOD dan COD. Selain itu, digunakan uji TPC (*Total Plate Count*) untuk mengetahui jumlah bakteri pada pupuk. Variabel yang digunakan adalah variasi penambahan bakteri starter serta pengenceran lindi. Selain itu digunakan tanaman uji yaitu tanaman pangan berupa sorgum (*Sorghum bicolor*) dan jagung (*Zea mays*). Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium yang akan dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Air dan Laboratorium Limbah Padat dan B3 Departemen Teknik Lingkungan FTSP ITS. Berdasarkan uraian diatas maka dapat dilihat kerangka penelitian pada Gambar 3.1.

3.2 Ide Penelitian

Penelitian ini membahas kemampuan bakteri penambat N dalam proses fermentasi pada air lindi di SPA Rangkah. Proses fermentasi tersebut akan menghasilkan pupuk organik cair (berbahan dasar lindi). Penelitian ini diawali dengan uji karakteristik lindi di SPA Rangkah. Variabel dalam penelitian ini adalah penambahan air lindi yang diencerkan, konsentrasi penambahan bakteri starter, serta tanaman uji berupa tanaman pangan (sorgum dan jagung). Parameter yang akan diamati adalah tinggi tanaman dan jumlah daun.



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

3.3 Studi Literatur

Studi literatur penelitian dilakukan untuk meningkatkan pemahaman yang lebih jelas terhadap penelitian yang akan diteliti. Selain itu, studi literatur mendukung dan membantu ide penelitian. Sumber literatur berasal dari *text book*, jurnal penelitian nasional dan internasional, makalah seminar, prosiding, disertasi, serta tugas akhir yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Literatur yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah pengertian dan karakteristik lindi, dampak lindi, SPA Rangkah, pupuk anorganik (kimia), pupuk organik, fermentasi, bakteri penambat N, persyaratan kandungan pupuk organik, N (nitrogen), BOD dan COD, unsur hara, pertumbuhan tanaman, dan penelitian terdahulu.

3.4 Persiapan Penelitian

Tahap persiapan penelitian adalah tahapan awal untuk menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan saat penelitian.

3.4.1 Pengambilan Sampel Air Lindi dari SPA Rangkah

Pengambilan sampel air lindi dilakukan satu kali. Pengambilan air lindi langsung dilakukan di SPA Rangkah. Lindi diambil menggunakan teknik sampling. Lindi yang telah diambil menggunakan teknik sampling tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam jeriken bervolume ± 2 liter. Lindi diambil dari tempat penampungan lindi hasil pemadatan sampah.

Volume lindi tersebut digunakan untuk proses fermentasi serta uji karakteristik awal. Lindi yang telah mengalami proses fermentasi, kemudian akan digunakan untuk menyiram tanaman. Dalam hal ini, lindi telah menjadi pupuk untuk digunakan pada tanaman pangan.

3.4.2 Uji karakteristik Lindi

Uji karakteristik lindi dilakukan untuk mengetahui unsur yang terkandung di dalam lindi di SPA Rangkah. Selain itu, uji ini dimaksudkan untuk melihat kekuatan limbah pada lindi. Pada penelitian ini digunakan uji BOD dan COD untuk mengetahui kekuatan pencemar pada lindi. Uji karakteristik lindi yang dilakukan selain BOD dan COD adalah uji nitrat dan amonium.

Uji nitrat menggunakan metode brucin asetat serta uji amonium menggunakan metode nessler. Keduanya menggunakan alat spektrofotometer untuk menghitung nilai nitrat dan amonium pada sampel. Tahapan uji nitrat, amonium, BOD, dan COD dapat dilihat pada lampiran 1, 2 dan 3. Pada uji BOD, perlu disiapkan air pengencer sebelum melakukan uji tersebut. Selain itu analisis terhadap nilai permanganat juga dibutuhkan untuk mengetahui permanganat yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik. Nilai permanganat tersebut akan digunakan sebagai nilai pengenceran terhadap sampel ke air pengencer. Tahapan uji permanganat dapat dilihat pada lampiran 2.

Air pengencer digunakan untuk uji BOD. Pembuatan air pengencer dilakukan dengan cara mengambil larutan buffer sulfat, larutan MgSO_4 , larutan CaCl_2 , larutan FeCl_3 , masing-masing 1 mL. Masing-masing larutan tersebut dimasukkan ke dalam 1 liter air kran laboratorium. Selanjutnya mengaerasi selama kurang lebih 2 jam hingga DO mendekati 7. Air pengencer ini akan berfungsi sebagai blanko. Disamping mempersiapkan air pengencer yang di aerasi, disiapkan pula air kotor berupa campuran air kran dengan sedikit tanah. Tanah tersebut berfungsi sebagai bibit. Kemudian air tersebut juga diaerasi hingga dua jam. Setelah diaerasi, air kotor tersebut dimasukkan ke dalam air pengencer yang berisi larutan kimia, kemudian diaerasi kembali. Setelah sekitar dua jam lebih, DO (*Dissolved Oxygen*) diperiksa untuk mengetahui apakah sudah mendekati 7 (oksigen jenuh) atau belum. Tahapan analisis DO atau oksigen terlarut dapat dilihat pada lampiran 2.

3.4.3 Pembuatan Media Nutrient Agar (NA)

Pembuatan nutrient agar (NA) merupakan pembuatan media tumbuh bagi mikroorganisme uji. Dalam pembuatan 1 L media NA (Merck, Jerman), dibutuhkan 20gram NA bubuk. Dalam satu praktikum pengujian TPC, serbuk NA ditimbang menggunakan neraca analitik sebanyak 5 gram kemudian dilarutkan menggunakan aquades hingga volume 250 mL. pelarutan dengan aquades (OneMed, Indonesia) dilakukan menggunakan spatula kaca (Pyrex, Jerman) sampai homogen dengan dipanaskan diatas kompor listrik (Maspion S-301,

Indonesia). Setelah larut dilakukan penuangan pada *erlenmeyer* (Pyrex, Jerman). Setelah selesai, maka dilakukan sterilisasi menggunakan *autoclave* (ASC, Jerman) pada suhu 121°C selama sekitar 1 jam.

Dalam penelitian ini, media NA yang dibuat akan digunakan pada cawan petri (Cover, USA) yang telah disterilisasi sebelumnya pada *autoclave*.

3.4.4 Pembuatan Air Salin

Air salin merupakan larutan fisiologis yang digunakan sebagai pencuci mikroorganisme. Selain itu, air salin juga digunakan sebagai pengencer pada saat *trial and error* absorbansi. Air salin dibuat dengan cara melarutkan 8,5 gram NaCl (Merck, Jerman) dalam 1 liter aquades (Onemed, Indonesia). NaCl dilarutkan hingga homogen kemudian dilakukan proses sterilisasi menggunakan *autoclave* (ASC, Jerman) pada suhu 121°C selama sekitar 1 jam.

3.4.5 Sterilisasi Alat Uji dan Substrat untuk Penelitian

Setiap alat dan media tumbuh (substrat) yang digunakan dalam penelitian ini harus dalam kondisi steril. Yaitu menjaga dari adanya kontaminasi. Oleh karena itu, alat uji dan substrat yang digunakan harus disterilisasi terlebih dahulu.

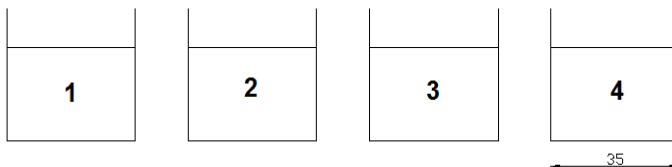
Metode yang digunakan pada sterilisasi alat uji dan bahan mengacu pada Kubyshkina *et al* (2011). Setiap alat yang akan digunakan harus dicuci terlebih dahulu dan dikeringkan. Kemudian dibungkus menggunakan kertas coklat. Tujuannya untuk mencegah masuknya uap air pada alat yang di sterilisasi oleh *autoclave*.

Media yang digunakan sebagai bahan penelitian yang berupa media NA harus disterilisasi untuk mencegah terjadinya kontaminasi.

3.4.6 Pembuatan Media Pertumbuhan Tanaman

Media pertumbuhan tanaman dibuat seragam dengan menggunakan tanah yang dibuat dalam pot-pot (*polybag*) untuk tanaman uji. *Polybag* yang digunakan berukuran 35x35 cm. Ukuran tersebut merupakan ukuran yang ideal untuk pertumbuhan tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) dan jagung (*Zea mays*) hingga selesainya pengamatan pertumbuhan pada ukuran tinggi tanaman dan jumlah daun.

Pembuatan media ini disiapkan sebanyak 32 reaktor. 32 reaktor tersebut terdiri atas 3 reaktor sebagai kontrol (masing-masing untuk *Sorghum bicolor* dan *Zea mays*). 1 reaktor yang ditambahkan pupuk cair kimia (masing-masing untuk *Sorghum bicolor* dan *Zea mays*). 6 reaktor yang ditambahkan pupuk cair lindi A (masing-masing untuk *Sorghum bicolor* dan *Zea mays*). Serta 6 reaktor yang ditambahkan pupuk cair lindi B (masing-masing untuk *Sorghum bicolor* dan *Zea mays*). Pupuk cair lindi A merupakan pupuk yang dibuat menggunakan bakteri starter yang berupa serbuk yang kemudian difermentasikan ke tanaman. Sedangkan pupuk cair lindi B merupakan pupuk yang dibuat menggunakan fermentasi bakteri starter yang berupa cair. Penelitian akan dilakukan dengan dua kali jumlah reaktor, yaitu duplo. Fungsi duplo adalah untuk meningkatkan ketepatan penelitian yang dilakukan. Gambar reaktor pertumbuhan tanaman (*polybag*) dapat dilihat pada Gambar 3.2. Sedangkan gambar reaktor untuk fermentasi dapat dilihat pada lampiran 5.



Gambar 3. 2Reaktor Pertumbuhan Tanaman

Keterangan:

a. Reaktor 1

Reaktor 1 merupakan reaktor kontrol yang berjumlah 3 untuk masing-masing tanaman sehingga jumlah total adalah 6 reaktor. 3 reaktor tersebut terdiri dari air lindi yang diencerkan sebanyak 50x, 75x, dan 100x. Reaktor kontrol merupakan reaktor dengan penambahan pengenceran lindi tanpa adanya fermentasi dengan bakteri starter.

b. Reaktor 2

Reaktor 2 adalah reaktor dengan penambahan pupuk anorganik (kimia). Jumlah reaktor yang digunakan sebanyak 2

reaktor untuk masing-masing tanaman. Namun, digunakan sistem duplo. Sehingga jumlah total adalah 4 reaktor.

c. Reaktor 3

Reaktor 3 adalah reaktor dengan penambahan pupuk cair lindi A. Pupuk cair lindi A merupakan pupuk yang dibuat menggunakan bakteri starter yang berupa serbuk yang kemudian difermentasikan ke tanaman. Jumlah reaktor pada perlakuan ini adalah 6 reaktor yang disesuaikan dengan perlakuan jumlah variasi. Sehingga untuk duplo, didapatkan total reaktor sebanyak 12 reaktor.

d. Reaktor 4

Reaktor 4 adalah reaktor dengan penambahan pupuk cair lindi B. Pupuk cair lindi B merupakan pupuk yang dibuat menggunakan fermentasi bakteri starter yang berupa cair. Jumlah reaktor pada perlakuan ini adalah 6 reaktor yang disesuaikan dengan perlakuan jumlah variasi. Sehingga untuk duplo, didapatkan total reaktor sebanyak 12 reaktor.

3.4.7 Penumbuhan Tanaman Uji

Tanaman pangan yang uji yaitu sorgum dan jagung ditanam dalam bentuk benih. Adapun benih yang digunakan adalah benih yang didapat dari toko pertanian yang telah diberi pengawet sebelumnya. Namun dalam praktiknya, benih jagung dan sorgum yang ditanam tidak dapat tumbuh. Beberapa kali benih dari toko pertanian tersebut dicoba dalam beberapa metode penanaman namun tetap tidak dapat tumbuh. Metode penanaman yang digunakan adalah dengan menanamnya langsung pada tanah, merendam dengan air hangat selama satu malam, praktik menumbuhkan kecambah pada kapas dan beberapa metode lain.

Benih tersebut kemudian diganti dengan benih jagung dan sorgum biasa. Yang dimaksud adalah jagung dan sorgum hasil panen petani tanpa ada perlakuan setelahnya. Benih tersebut kemudian di tanam pada *polybag* yang telah disiapkan sebelumnya. Tanaman sorgum dan jagung yang tidak terlalu suka dengan air diletakkan pada tempat yang terlindung dari hujan dengan sedikit pencahayaan. Setelah satu bulan masa penumbuhan, akhirnya pada awal bulan april, tanaman uji dapat tumbuh dalam keadaan baik. Jumlah tanaman uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 32

tanaman untuk masing-masing jenis tanaman uji. Sehingga total tanaman uji adalah 64 tanaman.

3.4.8 Pengujian Kandungan Bakteri Penambat N

Pelaksanaan pengujian kandungan bakteri penambat N ditujukan untuk mengetahui kandungan bakteri N (*Azospirillum*) pada bioaktivator yang berbentuk serbuk. Sedangkan pada aktivator yang berbentuk cair tidak dilakukan uji kandungan, karena sudah positif terdapat bakteri penambat N atau *Azospirillum* tersebut. Pengujian dilakukan menggunakan uji TPC (*Total Plate Count*), dengan pengenceran hingga 10^{-8} CFU/mL. Pengujian kandungan bakteri penambat N dilakukan pada media yang telah dibuat sebelumnya, yaitu pada media agar.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi proses fermentasi, uji TPC selama fermentasi berlangsung, analisis kandungan nutrisi, yaitu nitrat dan amonium, BOD, COD, suhu, pH, pemberian pupuk pada tanaman serta pengamatan pertumbuhan tanaman.

3.5.1 Pembuatan Variasi Penelitian pada Volume Pengenceran Lindi dan Konsentrasi Bakteri

Tanaman mendapat tiga perlakuan, yaitu pemakaian pupuk cair lindi (dengan variasi), pupuk kimia, dan kontrol. Pupuk kimia yang digunakan merupakan pupuk yang mengandung N. Air lindi yang diambil dari SPA Rangkah, kemudian dilakukan pengenceran dengan variasi pengenceran 50x, 75x, 100x, menggunakan sampel sebanyak 10 mL lindi. Dengan perkiraan penggunaan air lindi yang digunakan untuk pupuk cair beserta uji karakteristik sekitar 500 mL. Volume tersebut digunakan untuk uji karakteristik setelah dilakukan fermentasi. Uji yang dilakukan adalah uji nitrat, amonium, BOD dan COD dengan masing-masing pengambilan 2 mL, 25 mL, 100 mL dan 20 mL pada akhir proses fermentasi. Serta uji TPC selama fermentasi berlangsung, diambil 3 mL untuk masing-masing variasi.

Konsentrasi bakteri yang ditambahkan pada air lindi adalah 5 cc dan 10 cc. Hal ini disesuaikan dengan aturan pakai pencampuran penggunaan bakteri pada bioaktivator

yang diaplikasikan ke tanaman. Konsentrasi penambahan bakteri 5-10 cc tersebut berupa bioaktivator cair. Untuk penambahan bakteri dari bioaktivator cair dilakukan dengan cara melarutkan 5 cc atau 10 cc bioaktivator cair ke dalam variasi lindi yang telah diencerkan. Sedangkan untuk bioaktivator yang berbentuk serbuk, penambahan dilakukan dengan cara melarutkan 0,5 g atau 1 g bioaktivator ke dalam variasi lindi yang telah diencerkan. Matriks penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3. 1 Matriks Penelitian untuk Bakteri Starter Serbuk

Konsentrasi Bakteri	Pengenceran Lindi		
	50x (1)	75x (2)	100x (3)
0,5 g (A)	A1	A2	A3
1 g (B)	B1	B2	B3

Tabel 3. 2 Matriks Penelitian untuk Bakteri Starter Cair

Konsentrasi Bakteri	Pengenceran Lindi		
	50x (1)	75x (2)	100x (3)
5 cc (C)	C1	C2	C3
10 cc (D)	D1	D2	D3

3.5.2 Fermentasi

Fermentasi dilakukan selama 14 hari. Waktu fermentasi kemudian disesuaikan dengan jumlah bakteri yang dihitung menggunakan metode TPC. Tingkat keberhasilan fermentasi, disesuaikan dengan jumlah bakteri minimal yang terkandung pada hasil fermentasi. Jumlah bakteri minimal sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011, persyaratan minimal pupuk seperti pada Tabel 2.2. Metode TPC dilakukan selama fermentasi yaitu pada hari ke-7 dan ke-14. Selain itu, uji kandungan nutrisi pada lindi yang telah difermentasi ditujukan untuk mengetahui banyaknya kadar nitrat, amonium, BOD, COD.

Fermentasi dilakukan di botol kaca 1 liter. Untuk mengeluarkan gas hasil fermentasi, botol kaca juga diberi selang. Reaktor yang berupa botol kaca tersebut diletakkan dan disimpan pada tempat yang tidak terkena cahaya matahari. Proses tersebut dilakukan hingga proses fermentasi selesai (14 hari). Reaktor uji berjumlah 12 yang terdiri dari reaktor dengan penambahan bakteri starter serbuk dan cair. Dalam penelitian ini dibuat duplo sehingga jumlah reaktor adalah 24 reaktor uji. Selain itu, ada pula reaktor kontrol berupa pengenceran lindi sebanyak 3 reaktor. Sehingga total seluruh reaktor adalah 27 reaktor.

3.5.3 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri

Perhitungan jumlah koloni bakteri dilakukan melalui uji TPC. Uji TPC merupakan uji untuk mengetahui jumlah mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut ditumbuhkan pada media agar dan membentuk koloni sehingga dapat dilihat langsung dan dihitung dengan mata tanpa menggunakan mikroskop. Uji kandungan bakteri dilakukan selama proses fermentasi, yaitu pada hari ke-7 dan hari ke-14. Uji ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan bakteri pada proses fermentasi pupuk cair lindi. Prosedur penelitian TPC dapat dilihat pada lampiran 4.

TPC dilakukan tidak secara bersamaan. 2 jenis reaktor dan duplo (total 4 jenis reaktor), tidak memungkinkan untuk dilakukan bersamaan. Oleh karena itu, uji TPC dilakukan bergantian. Uji TPC sekaligus fermentasi pertama dilakukan pada reaktor uji dengan penambahan bakteri serbuk. Setelah selesai fermentasi hari ke-14, maka dilanjutkan dengan fermentasi dan TPC pada reaktor uji dengan penambahan bakteri starter cair. Kemudian dilanjutkan dengan reaktor duplo,

3.5.4 Analisis Nitrat, Amonium, BOD, dan COD Hasil Fermentasi

Analisis yang dilakukan sama dengan analisis awal pada uji karakteristik lindi adalah uji kandungan nitrat, amonium, BOD, dan COD. Uji ini untuk mengetahui kandungan nitrat, amonium, BOD, dan COD setelah fermentasi berlangsung. Analisis nitrat, amonium, BOD, dan COD dilakukan pada hari

ke-14 setelah masa fermentasi selesai pada masing-masing reaktor uji. Prosedur penelitian bisa dilihat pada lampiran. Prosedur uji nitrat dan amonium pada lampiran 1. Sedangkan prosedur uji BOD dan COD pada lampiran 2 dan 3.

3.5.5 Pemberian Pupuk Cair Lindi pada Tanaman

Pemupukan dilakukan pada masing-masing *polybag* untuk masing-masing variasi pupuk cair lindi, pupuk kimia, dan kontrol. Pemberian pupuk cair lindi dan pupuk kimia dilakukan setiap 1 minggu sekali. Sedangkan pada tanaman kontrol hanya dibiarkan tumbuh alami dengan penambahan air lindi yang telah diencerkan. Tanaman yang diamati berjumlah 64 tanaman sesuai dengan jumlah reaktor yang digunakan pada penelitian ini.

Pemberian pupuk dilakukan dengan dosis sebanyak 250 mL untuk satu tanaman uji. Sehingga untuk satu reaktor uji digunakan untuk 4 tanaman. Tanaman tersebut adalah sorgum, duplo untuk sorgum, jagung, dan duplo untuk jagung.

3.5.6 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

Pengembangbiakan tanaman pada media tumbuh dilakukan dari hari ke-0, yaitu pada saat pemberian benih pada tanah. Setelah tanaman berusia 2 minggu, tanaman akan diberikan perlakuan pemberian pupuk. Dalam pengembangbiakannya, tanaman diukur ketinggian dan banyak daun tiap 3 hari sekali. Pengamatan dilakukan 3 hari sekali, agar diperoleh data tingkat pertumbuhan tanaman yang akurat. Kemudian dilakukan dibuat grafik untuk mengetahui tingkat pertumbuhan optimum tanaman uji terhadap parameter-parameter yang divariasikan. Pengukuran terhadap tanaman dilakukan hingga hari ke-45 setelah pemberian pupuk.

3.6 Hasil dan Pembahasan

Pada bagian hasil dan pembahasan ditulis secara deskriptif untuk menjelaskan hasil penelitian terhadap pengaruh parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil penelitian meliputi beberapa hal berikut:

1. Analisis hasil karakterisasi lindi awal
2. Analisis nitrat, amonium, BOD dan COD

3. Pengaruh variasi pengenceran dan konsentrasi penambahan bakteri yang diujikan pada tanaman
4. Pembuatan grafik sebagai hasil dari pertumbuhan tanaman yang diuji

3.7 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis data penelitian dan pembahasan. Kesimpulan harus menjawab rumusan masalah dan sesuai dengan tujuan penelitian. Kesimpulan yang dibuat akan memuat variasi yang tepat sebagai penerapan dari pengaruh penambahan pupuk cair lindi pada tanaman. Saran diperlukan sebagai penyempurnaan penelitian dan rekomendasi terhadap penelitian terkait untuk meminimalisasi kesalahan dan untuk meningkatkan efisiensi.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan

Tahap penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik lindi SPA Rangkah sebelum proses fermentasi berlangsung. Pada tahap ini, sampel lindi yang telah diambil dari SPA Rangkah dilakukan uji pengukuran nitrat, amonium, BOD, dan COD awal. Selain itu, dilakukan pula uji TPC pada bioaktivator yang berbentuk serbuk. Hal ini ditujukan untuk mengetahuikandungan bakteri N (*Azospirillum*) pada bioaktivator yang berbentuk serbuk. Sedangkan pada aktivator yang berbentuk cair tidak dilakukan uji, karena sudah positif terdapat bakteri penambat N atau *Azospirillum*.

4.1.1 Nitrat dan Amonium

Uji pengukuran nitrat digunakan untuk mengetahui kandungan nitrat pada lindi SPA Rangkah. Nilai nitrat akan dibandingkan dengan kebutuhan nitrat dan amonium pada tanaman uji. Hasil pengukuran nitrat dan amonium pada lindi SPA Rangkah serta nilai kebutuhannya pada tanaman uji dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Perbandingan Nilai Nitrat-Amonium Pada Lindi dan Kebutuhan N PadaTanaman

Parameter	Lindi (mg/L)	Kebutuhan N Pada Tanaman		Keterangan
		<i>Sorghum bicolor</i> (gr)	<i>Zea mays</i> (gr)	
Nitrat	5,028	1,8	3,7	Belum terpenuhi
Amonium	60,2			

Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa jumlah nitrat dan amonium yang dibutuhkan oleh tanaman belum terpenuhi oleh kandungan nitrat dan amonium pada lindi. Oleh karena itu, fermentasi dengan penambahan bakteri N (*Azospirillum*)

dilakukan dengan harapan kadar nitrat dan amonium terjadi peningkatan setelah hasil fermentasi.

4.1.2 BOD dan COD

Salah satu parameter pencemar adalah BOD. Pengukuran BOD dilakukan untuk mengetahui apakah lindi dapat dikembalikan ke tanah atau badan air dalam keadaan tidak mencemari lingkungan. Nilai BOD hasil pengukuran dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir, dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Perbandingan Nilai BOD Pada Lindi

Parameter	Lindi SPA Rangkah (mg/L)	Permen LHK Nomor P.59/Menlhk /Setjen/Kum .1/7/2016 (mg/L)	Keterangan
BOD	500	150	Tidak memenuhi baku mutu persyaratan air limbah yang dapat dibuang ke badan air atau tanah

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai BOD hasil pengukuran masih diatas baku mutu. Oleh karena itu perlu dilakukan sebuah perlakuan untuk menurunkan nilai BOD pada lindi sebelum diaplikasikan ke tanaman uji.

Menurut Damsir *et al* (2016), fermentasi anerobik dapat menurunkan nilai BOD pada lindi. Semakin lama waktu proses anaerobik mengakibatkan tingkat penurunan BOD semakin mendekati nilai ambang batas yang aman untuk dikembalikan ke lingkungan. Sehingga, pada akhir proses fermentasi akan

dihitung kembali nilai BOD pada reaktor uji. Pengukuran pada hasil akhir fermentasi dilakukan untuk mengetahui nilai BOD pada sampel di reaktor uji sudah sesuai dengan baku mutu atau tidak. Selain itu, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kesiapan sampel hasil fermentasi untuk dapat diaplikasikan ke tanaman.

Selain BOD, padrameter lain yang digunakan adalah COD. Pengukuran COD dilakukan untuk mengetahui apakah lindi dapat dikembalikan ke tanah atau badan air dalam keadaan tidak mencemari lingkungan. Nilai COD hasil pengukuran dibandingkan dengan baku mutu air limbah domestik berdasarkan Nilai BOD hasil pengukuran dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir, dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Perbandingan Nilai COD Pada Lindi

Parameter	Lindi SPA Rangkah (mg/L)	Permen LHK Nomor P.59/Menlhk /Setjen/Kum .1/7/2016 (mg/L)	Keterangan
COD	1920	300	Tidak memenuhi baku mutu persyaratan air limbah yang dapat dibuang ke badan air atau tanah

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai COD hasil pengukuran masih diatas baku mutu. Oleh karena itu perlu dilakukan sebuah perlakuan untuk menurunkan nilai COD pada lindi sebelum diaplikasikan ke tanaman uji.

Menurut Damsir *et al* (2016), fermentasi anerobik dapat menurunkan nilai COD pada limbah. Sehingga, pada akhir proses fermentasi akan dihitung kembali nilai COD pada reaktor uji, untuk mengetahui nilai COD pada sampel sudah sesuai atau belum dengan baku mutu yang disyaratkan oleh

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.59/Menlhk/ Setjen/Kum.1/7/2016. Kemudian sampel tersebut dapat diaplikasikan ke tanaman.

4.1.4 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Penambat N Bioaktivator Serbuk

Pengujian dilakukan menggunakan uji TPC (*Total Plate Count*), dengan pengenceran hingga 10^{-6} . Pada pengujian perhitungan koloni bakteri serbuk awal, bioaktivator yang berbentuk serbuk ditimbang sebanyak 1 gram dan dilarutkan dalam 100 mL air. Hasil pembacaan jumlah koloni pada 24 jam, tidak terbentuk koloni pada cawan. Oleh karena itu, dilakukan uji TPC kembali pada bioaktivator berbentuk serbuk dengan mengurangi nilai pengenceran serbuk, namun menambah nilai pengenceran pada air salin hingga 10^{-8} . Pengenceran pada air salin diubah hingga 10^{-8} , bertujuan untuk mengetahui apakah jumlah koloni bakteri mencapai angka 10^8 CFU/mL sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Serbuk tersebut ditimbang 1 gram kemudian dilarutkan dalam 50mL air. Hasil pembacaan dari jumlah koloni bakteri yang terbentuk, yaitu pada semua cawan petri terdapat koloni bakteri penambat N.

Pada cawan petri dengan nilai pengenceran 10^{-6} , terbaca 30 koloni sehingga terdapat 30×10^6 CFU/mL. Pembacaan koloni bakteri tersebut menunjukkan bahwa bakteri masih dapat hidup dan berkembang biak dalam media tumbuh yang digunakan. Pada pengamatan jumlah koloni yang terbentuk, koloni bakteri berbentuk bundar dan berwarna putih kekuningan.

4.2 Pembuatan Pupuk Melalui Fermentasi

Tahap pembuatan pupuk melalui fermentasi merupakan tahap utama dalam penelitian ini. Fermentasi dilakukan selama 14 hari. Reaktor yang digunakan dalam fermentasi ini adalah botol kaca dengan kapasitas 1000 mL. Pada tahap ini, terdapat 12 reaktor fermentasi dengan 2 variasi. Variasi yang digunakan adalah jumlah penambahan bakteri dan pengenceran lindi.

Berdasarkan penelitian pendahuluan berupa uji karakteristik lindi, maka diperlukan pengenceran sampel lindi. Selain itu, pengenceran lindi juga memperhatikan aturan penambahan bakteri. Sehingga, variasi pengenceran dalam penelitian ini ada 3 macam, yaitu: 50, 75, dan 100 kali. Pengenceran tersebut dilakukan pada sampel lindi 10 mL dan diperoleh volume total pengenceran yaitu: 500 mL, 750 mL, 1000 mL dalam reaktor botol kaca. Pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan duplo reaktor. Berdasarkan perlakuan tersebut, maka jumlah reaktor uji dalam penelitian ini adalah 24 buah dan reaktor kontrol sebanyak 3 buah. Gambar reaktor untuk pembuatan pupuk dengan proses fermentasi dapat dilihat pada lampiran 5.

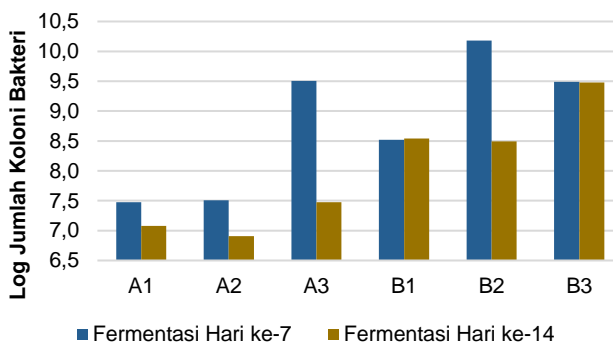
Pada tahap ini dilakukan uji berupa TPC (*Total Plate Count*) pada hari ke-7 dan 14 proses fermentasi. Selain itu, dilakukan pula pengukuran terhadap nilai pH, suhu, nitrat, amonium, BOD, dan COD pada akhir proses fermentasi.

4.2.1 Jumlah Koloni Bakteri

Perhitungan jumlah koloni bakteri dilakukan dengan metode *Total Plate Count*. Pengamatan jumlah koloni bakteri dilakukan untuk mengetahui jumlah bakteri hidup serta perkembang biakannya selama proses fermentasi berlangsung. Uji TPC dilakukan pada hari ke-7 dan 14 untuk reaktor yang ditambahkan bakteri penambat N. Sedangkan untuk reaktor yang hanya diberi perlakuan pengenceran lindi, dilakukan uji TPC pada akhir fermentasi. Hasil akhir fermentasi atau pada hari ke-14, jumlah koloni bakteri akan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 mengenai persyaratan pupuk. Jumlah bakteri yang disyaratkan adalah 10^8 CFU/mL untuk bakteri *Azospirillum* sp. Menurut Wijaya, *et al* (2015), jumlah koloni yang sesuai dengan kaidah statistik yaitu 30-300 koloni pada cawan. Kisaran 30-300 koloni ini dijadikan landasan dalam menentukan hasil akhir dari perhitungan (Yunita, *et al.*, 2015).

Hasil pengamatan jumlah koloni bakteri selama proses fermentasi dapat dilihat pada lampiran 9 dan 10. Serta lampiran 11 untuk hasil pengamatan jumlah koloni bakteri pada reaktor kontrol. Adapun hasil perhitungan jumlah koloni bakteri selama proses fermentasi dapat dilihat pada lampiran 6 dan 7. Serta

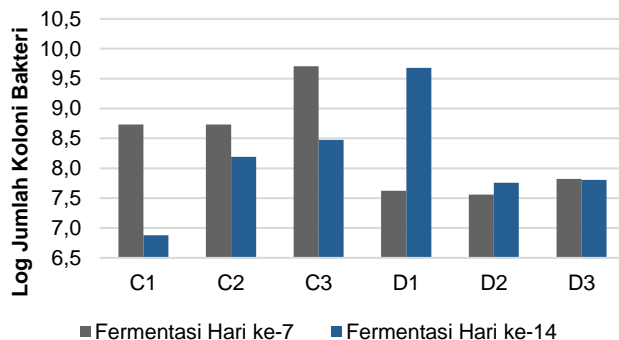
perhitungan bakteri pada reaktor kontrol dapat dilihat pada lampiran 8. Sedangkan perubahan jumlah bakteri pada reaktor uji hasil perhitungan TPC dapat dilihat pada Gambar 4.1 untuk reaktor dengan bioaktivator serbuk dan Gambar 4.2 untuk reaktor dengan bioaktivator cair. Serta Gambar 4.3 untuk reaktor kontrol.



Gambar 4. 1 Jumlah Koloni Bakteri Pada Reaktor Uji Dengan Penambahan Bioaktivator Serbuk

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa rata-rata bakteri pada reaktor uji mengalami penurunan dari hari ke-7 hingga hari ke-14 (akhir fermentasi), kecuali pada reaktor uji B1 yang mengalami kenaikan jumlah koloni bakteri. Reaktor B1 merupakan reaktor yang mendapat perlakuan penambahan bakteri sebanyak 1 gram dan pengenceran lindi sebanyak 50 kali. Sehingga, jumlah koloni bakteri mengalami fluktuasi selama proses fermentasi berlangsung. Hal ini disebabkan oleh fase pertumbuhan bakteri yang mulai menurun akibat berkurangnya nutrisi yang tersedia pada reaktor uji. Menurut Sarbini (2012), fase pertumbuhan mikroorganisme terdapat empat tahap yang digambarkan melalui kurva pertumbuhan mikroorganisme. Tahap-tahap tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.4. Namun, pada penelitian ini masih belum bisa ditentukan fase pertumbuhan bakteri *Azospirillum*, karena hanya terdapat dua kali perhitungan jumlah koloni bakteri selama fermentasi.

Menurut Puspita *et al.* (2016), fermentasi pada lindi yang efektif dan optimum dilakukan selama 14 hari. Sehingga pada penelitian ini menggunakan waktu 14 hari untuk proses fermentasi. Selama proses fermentasi hingga hari ke-7, jumlah koloni terbesar ada pada reaktor dengan penambahan bioaktivator serbuk 1 gram dengan pengenceran 100 kali (Reaktor B3). Perlakuan pengenceran dan penambahan bioaktivator yang dilakukan berpengaruh pada jumlah koloni bakteri yang ada pada reaktor uji. Selain itu, jumlah koloni bakteri juga dipengaruhi oleh adanya bakteri bakteri pada sampel air lindi. Dari keenam reaktor uji yang ditambahkan bioaktivator serbuk, bakteri masih dapat hidup dan berkembang biak hingga hari ke-14 proses fermentasi.

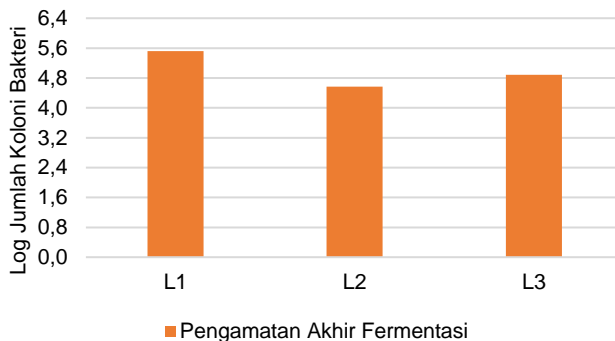


Gambar 4. 2 Jumlah Koloni Bakteri Pada Reaktor Uji Dengan Penambahan Bioaktivator Cair

Sedangkan pada reaktor dengan penambahan bioaktivator cair (Gambar 4.2), dapat diketahui bahwa hampir semua reaktor uji mengalami fluktuasi jumlah koloni bakteri kecuali pada reaktor uji D1 dan D2. Reaktor D1 adalah reaktor uji yang mendapatkan perlakuan penambahan bioaktivator cair 10mL dengan pengenceran lindi sebesar 50 kali. Sedangkan reaktor D2 adalah reaktor yang mendapat perlakuan penambahan bioaktivator cair 10 mL dengan pengenceran lindi sebesar 75 kali. Fluktuasi jumlah koloni

bakteri tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain nutrisi makanan, suhu, dan derajat kemasaman (pH).

Mikroorganisme dalam reaktor uji memanfaatkan bahan organik dalam lindi untuk berkembang biak. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Traversi *et al* (2015), yang menyatakan bahwa pemanfaatan bahan organik dalam limbah cair mengakibatkan jumlah mikroorganisme di dalamnya juga mengalami fluktuasi. Sedangkan menurut Widawati dan Muharram (2012), *Azospirillum* termasuk bakteri yang tumbuh lambat. Sehingga pada pengamatan dan perhitungan jumlah koloni bakteri yang dilakukan oleh peneliti, hasilnya tidak terlalu besar.

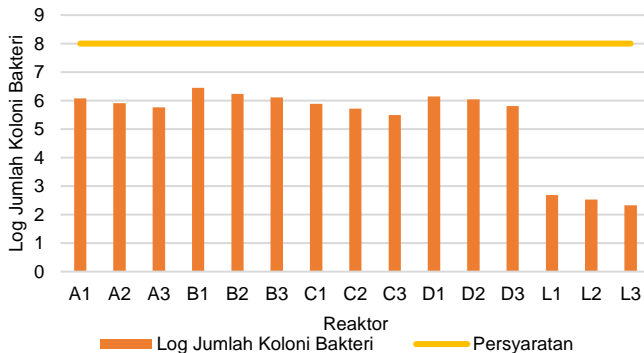


Gambar 4. 3 Jumlah Koloni Bakteri Pada Reaktor Kontrol

Sedangkan pada reaktor kontrol (Gambar 4.3), dapat diketahui bahwa jumlah bakteri yang teramati pada penelitian masih sedikit jika dibandingkan dengan reaktor uji lain. Hal ini menandakan bahwa pada lindi tidak mengandung terlalu banyak bakteri. Pada reaktor kontrol tidak dilakukan penambahan bakteri penambat N (*Azospirillum*). Sehingga jumlah koloni bakteri yang teramati pada uji koloni bakteri tidak terlalu banyak.

Pada uji TPC, hanya dapat dihitung jumlah koloni bakteri tanpa tau jenis dari bakteri yang teramati tersebut. Maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui jumlah koloni bakteri dari *Azospirillum*. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Balai

Penelitian dan Konsultasi Industri Surabaya. Hasil dari penelitian jumlah koloni bakteri *Azospirillum* dapat dilihat pada lampiran 17. Hasil uji koloni bakteri *Azospirillum* menunjukkan bahwa jumlah koloni bakteri *Azospirillum* yang teramati tidak terlalu banyak. Jumlah koloni bakteri dalam log dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Log Jumlah Koloni Bakteri *Azospirillum*

Dari Gambar 4.4, dapat diketahui bahwa bakteri *Azospirillum* belum memenuhi persyaratan minimal jumlah koloni bakteri untuk pupuk seperti yang disyaratkan oleh Menteri Pertanian, yaitu peraturan Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011. Meski demikian, pupuk dari reaktor uji akan diaplikasikan atau diberikan ke tanaman untuk mengetahui pengaruh jumlah bakteri terhadap pertumbuhan tanaman uji. Perhitungan jumlah koloni bakteri *Azospirillum* menggunakan media selektif.

Media selektif yang digunakan untuk identifikasi bakteri *Azospirillum* adalah NFb (*Nitrogen Free Bromthymol Blue*). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Gunawan (2011), yaitu dengan menghitung koloni bakteri yang tumbuh dengan menggunakan metode cawan agar (*Plate Counting*) dengan media NFB (*Nitrogen Free Bromthymol Blue*). Sebanyak 1 mL sampel dari reaktor uji yang berbentuk cair dimasukkan pada tabung reaksi berisi 9 mL air salin ataularutan fisiologis (pengenceran pertama 10^{-1}).

Kemudian dilakukan pengenceran kedua. Pengenceran ini dilakukan dengan cara mengambil 1 mL larutan dari pengenceran sebelumnya ke tabung reaksi berisi 9 ml air salin berikutnya. Tahap ini merupakan pengenceran kedua, yaitu 10^{-2} . Pengenceran dapat dilanjutkan dengan cara yang sama hingga tingkat pengenceran yang diinginkan. Sebanyak 1mL suspensi pada tiga tingkat pengenceran terakhir, masing-masing diinokulasikan ke dalam media NFB di dalam tabung. Biakan kemudian diinkubasi selama 4-72 jam, adanya pelikel atau cincin pada medium menunjukkan pertumbuhan *Azospirillum* (Erfin *et al*, 2016). Gambar bakteri *Azospirillum* hasil identifikasi laboratorium dapat dilihat pada Gambar 4.5.

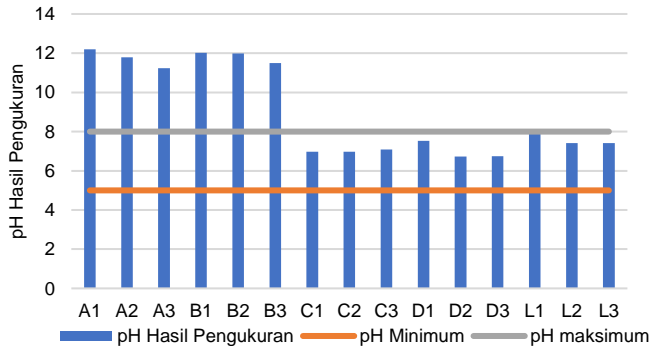


Gambar 4. 5 Hasil Identifikasi Bakteri *Azospirillum*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

4.2.2 pH Pupuk Hasil Fermentasi

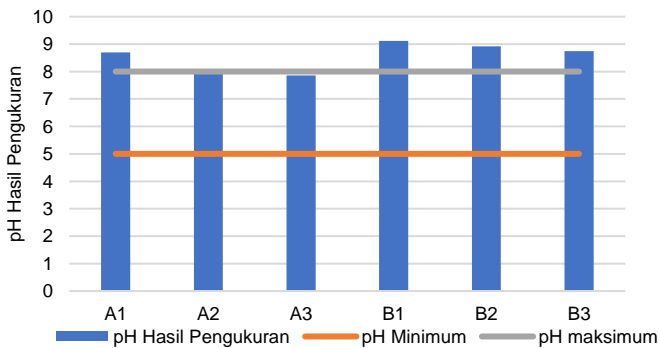
Parameter pH pada reaktor uji diukur pada akhir proses fermentasi (hari ke-14). Hasil pengukuran pH pada reaktor uji dapat dilihat pada Gambar 4.6. Berdasarkan Gambar 4.6, dapat diketahui bahwa reaktor uji dengan penambahan bioaktivator cair dan reaktor kontrol sudah memenuhi persyaratan minimal pH pupuk yang disyaratkan oleh Menteri Pertanian, yaitu peraturan Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 dengan nilai pH yang disyaratkan adalah 5 hingga 8 (Tabel 2.3). Sedangkan pada reaktor uji dengan penambahan bioaktivator serbuk belum memenuhi nilai pH yang disyaratkan. Hal ini dikarenakan bioaktivator serbuk dibuat dengan menggunakan kapur

sebagai media dari bakteri penambat N. Sehingga nilai pH pada reaktor uji dengan penambahan bioaktivator serbuk (A1, A2, A3, B1, B2, B3) cenderung basa.



Gambar 4. 6 pH Hasil Pengukuran

Sebelum pupuk cair yang berasal dari reaktor uji dengan perlakuan penambahan bioaktivator serbuk diberikan ke tanaman uji, dilakukan proses pengenceran terlebih dahulu. Hal ini ditujukan untuk menurunkan nilai pH pupuk. Hasil pengukuran pH pada reaktor uji dengan penambahan bioaktivator serbuk dapat dilihat pada Gambar 4.7.

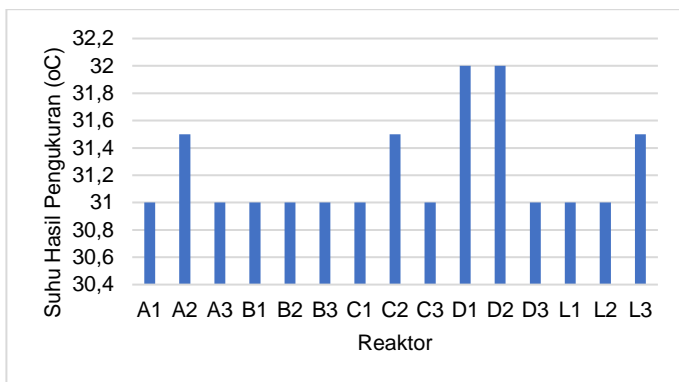


Gambar 4. 7 pH Hasil Pengukuran Setelah Pengenceran

Berdasarkan Gambar 4.7, dapat diketahui bahwa pH pupuk belum sesuai dengan peraturan yang berlaku. Kecuali pada reaktor A3 yang sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku. Namun, nilai pH sudah menurun jika dibanding nilai pH sebelum dilakukan pengenceran. Pada akhir fermentasi, pH pada raktor uji masih dianggap baik dan dalam ambang batas normal, karena tidak mempengaruhi aktivitas bakteri *Azospirillum* dan bakteri *Azospirillum* dapat bertahan hidup dan berkembang biak pada kondisi pH basa (Lampiran 14).

4.3.3 Suhu Pupuk Hasil Fermentasi

Suhu diukur pada akhir proses fermentasi menggunakan termometer. Hasil pengukuran suhu pada reaktor fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.8. Dari Gambar 4.8, dapat diketahui bahwa suhu pada reaktor uji adalah antara 31°C-32°C. Sehingga pada akhir fermentasi, suhu pada reaktor uji masih dianggap baik dan tidak mempengaruhi aktivitas bakteri dalam reaktor uji (Lampiran 14).

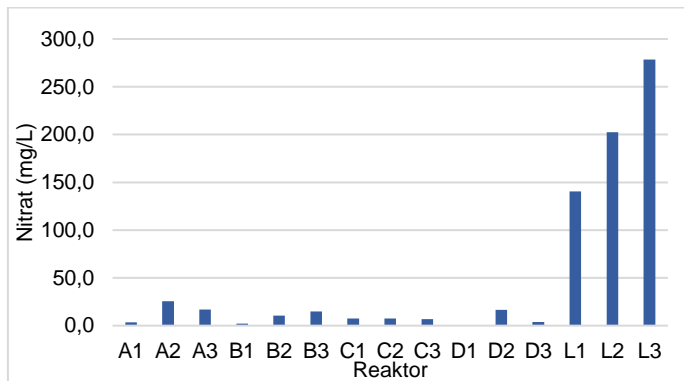


Gambar 4. 8 Suhu Hasil Pengukuran

4.3.4 Kandungan Nitrat dan Amonium

Uji kandungan nitrat dilakukan pada reaktor uji kontrol serta reaktor uji dengan penambahan bakteri serbuk

maupun cair. Pengukuran dilakukan pada akhir proses fermentasi untuk mengetahui pengaruh penambahan bioaktivator pada lindi yang telah diencerkan pada reaktor uji. Selain itu, pengukuran dilakukan untuk mengetahui kandungan nitrat pada reaktor kontrol yaitu lindi yang telah diencerkan dan difermentasikan. Hasil pengukuran nitrat dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Lampiran 13.

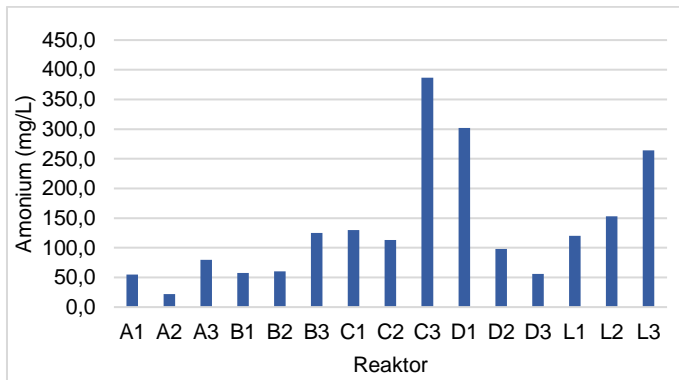


Gambar 4. 9 Perubahan Nilai Nitrat

Dari Gambar 4.9, dapat diketahui bahwa nitrat mengalami kenaikan dari nilai awal pengukuran (sebelum fermentasi). Chen *et al* (2008), menyatakan bahwa terdapat 2 proses dekomposisi bahan organik yaitu tahap pertama berupa degradasi bahan organik menjadi bahan anorganik, kemudian tahap kedua yaitu perubahan bahan anorganik tidak stabil menjadi bentuk yang lebih stabil seperti amonia menjadi nitrit dan nitrat. Sehingga, nitrat akan mengalami kenaikan pada prosesnya. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Iswanto *et al* (2007), yang menyatakan bahwa nilai nitrat semakin lama akan cenderung naik. Hal ini disebabkan terjadinya proses nitrifikasi yang membentuk nitrat.

Sedangkan untuk uji kandungan amonium dilakukan pada reaktor uji kontrol serta reaktor uji dengan penambahan bakteri serbuk maupun cair. Pengukuran dilakukan pada akhir proses fermentasi untuk mengetahui

pengaruh penambahan bioaktivator pada lindi yang telah diencerkan pada reaktor uji. Selain itu, pengukuran dilakukan untuk mengetahui kandungan amonium pada reaktor kontrol yaitu lindi yang telah diencerkan dan difermentasikan. Hasil pengukuran amonium dapat dilihat pada Gambar 4.10 dan Lampiran 13.



Gambar 4. 10 Perubahan Nilai Amonium

Dari Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa amonium mengalami kenaikan dari nilai amonium awal pengukuran (sebelum fermentasi). Hal ini sejalan dengan tujuan dari proses fermentasi. Yaitu menaikkan nilai nitrogen yang diserap tanaman. Dalam hal ini, nitrogen diserap dalam bentuk amonium nitrogen dan nitrat nitrogen. Menurut Fahmi *et al.* (2010), tanaman pada umumnya menyerap nitrogen dalam bentuk NH_4^+ atau NO_3^- . Penelitian yang dilakukan oleh Iswanto *et al* (2007), menjelaskan bahwa nilai amonium yang meningkat terjadi karena penguraian-penguraian zat organik pada lindi oleh mikroorganisme.

Adapun menurut Pandey dan Sinha (1990), amonium dapat terbentuk melalui peristiwa penguraian organisme yang sudah mati baik tumbuhan ataupun hewan oleh mikroorganisme. Selain itu, lindi mengandung sisa-sisa organik dari sampah organik di SPA Rangkah, sehingga terbentuklah amonium yang tinggi pada reaktor uji. Li *et al.* (2014), menyebutkan bahwa amonium akan membentuk

reaksi keseimbangan dengan amonia. Dengan adanya oksigen pada proses fermentasi ini, maka amonium akan mengalami proses nitrifikasi dan membentuk nitrit dan nitrat. Nindrasari *et al* (2010), menambahkan bahwa pada proses anaerobik, akan terjadi penurunan kandungan amonium ditandai dengan adanya oksidasi amonium oleh nitrit. Amonium ini yang kemudian mengalami proses nitrifikasi membentuk nitrit dan nitrat (Damsir *et al.*, 2016). Sehingga pada proses selanjutnya amonium akan diubah menjadi nitrat pada proses nitrifikasi dan nilainya akan mengalami penurunan.

Hasil analisis pada parameter amonium nitrat akan diuji signifikansi dalam uji statistik untuk mengetahui pengaruh dari variabel pada penelitian ini. Pengaruh yang akan dilihat adalah pengaruh penambahan bakteri starter dan pengenceran lindi terhadap hasil pupuk organik. Uji signifikansi menggunakan ANOVA *General Linear Model* (GLM) yang menggunakan lebih dari satu variabel terikat terhadap variabel bebas.

Hipotesis:

H0 : penambahan bakteri atau pengenceran lindi atau interaksi antara keduanya tidak mempunyai pengaruh signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat pada reaktor starter serbuk

H1 : penambahan bakteri atau pengenceran lindi atau interaksi antara keduanya mempunyai pengaruh signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat pada reaktor starter serbuk

Nilai error yang digunakan adalah 0,05.

Apabila *p value* >0,05 maka Ho diterima. Apabila *p value* <0,05 maka tolak Ho. Tabel anova dapat dilihat pada Gambar 4.11. Berdasarkan hasil uji statistic pada Gambar 4.11, dapat diketahui penambahan bakteri (starter serbuk 0,5 gram dan 1 gram) memiliki *p value* > 0.05 yaitu 0.411 sehingga terima H0. Artinya, penambahan bakteri cair mempunyai pengaruh yang tidak signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat. Sedangkan pengenceran

(50 kali, 75 kali, dan 100 kali) memiliki $p\text{ value} > 0,05$ yaitu 0.170 sehingga terima H_0 . Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi pengenceran lindi memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat. Sedangkan pada interaksi antara penambahan bakteri starter serbuk dan pengenceran lindi memiliki $p\text{ value} < 0,05$ yaitu 0.004, sehingga tolak H_0 . Artinya interaksi antara penambahan bakteri starter serbuk dan pengenceran lindi memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat.

Analysis of Variance for Hasil Serbuk, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Penambahan Bakteri	1	385,3	385,3	385,3	0,76	0,411
Pengenceran	2	2330,5	2330,5	1165,3	2,31	0,170
Am-Nit	1	8830,2	8830,2	8830,2	17,48	0,004
Error	7	3536,5	3536,5	505,2		
Total	11	15082,5				

S = 22,4768 R-Sq = 76,55% R-Sq(adj) = 63,15%

Gambar 4. 11 Hasil Anova Bakteri Starter Serbuk

Nilai R-square dari model ini adalah 76,55%. Nilai tersebut menunjukkan variabel prediktor pada penelitian ini dan interaksi antara dua variabel tersebut mewakili 76,55% persen dari variable respon (peningkatan amonium dan nitrat), sedangkan sisanya diwakili variabel lain. Pada reaktor untuk starter serbuk juga dilakukan uji statistik.

Hipotesis:

H_0 : penambahan bakteri atau pengenceran lindi atau interaksi antara keduanya tidak mempunyai pengaruh signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat pada reaktor starter cair

H_1 : penambahan bakteri atau pengenceran lindi atau interaksi antara keduanya mempunyai pengaruh signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat pada reaktor starter cair

Berdasarkan hasil uji statistik diketahui penambahan bakteri (5 mL dan 10 mL) memiliki p value > 0.05 yaitu 0.643 sehingga terima H_0 . Artinya, penambahan bakteri starter cair tidak mempunyai pengaruh signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat. Sedangkan pengenceran lindi (50 kali, 75 kali, dan 100 kali) memiliki p value > 0,05 yaitu 0.722 sehingga terima H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa pengenceran lindi tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat. Interaksi antara penambahan bakteri dan pengenceran lindi memiliki p value < 0,05 yaitu 0.024, sehingga tolak H_0 . Artinya interaksi antara penambahan bakteri dan pengenceran lindi memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan amonium dan nitrat. Dengan nilai R-square dari model adalah 56,73% yang berarti variabel prediktor pada penelitian ini dan interaksi antara dua variabel tersebut mewakili 56,73% persen dari variable respon (peningkatan amonium dan nitrat), sedangkan sisanya diwakili variabel lain. Tabel anova dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Analysis of Variance for Hasil Cair, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Penambahan Bakteri	1	2573	2573	2573	0,23	0,643
Pengenceran	2	7483	7483	3741	0,34	0,722
Am-Nit	1	90562	90562	90562	8,26	0,024
Error	7	76753	76753	10965		
Total	11	177370				

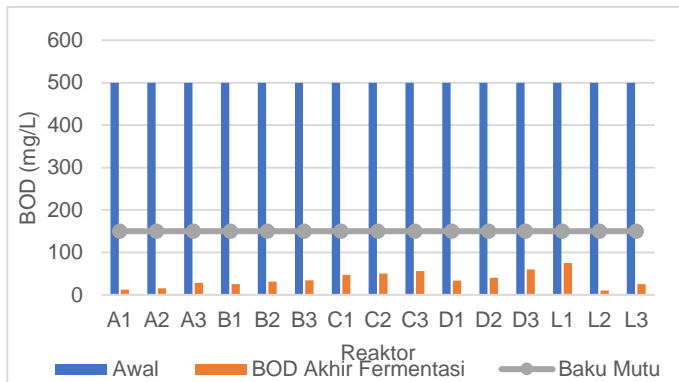
S = 104,712 R-Sq = 56,73% R-Sq(adj) = 32,00%

Gambar 4. 12 Hasil Anova Bakteri Starter Cair

4.3.5 BOD dan COD Hasil Fermentasi

Parameter BOD diukur di akhir proses fermentasi, yaitu pada hari ke-14. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan Lampiran 12. Dari Gambar 4.13 dapat diketahui bahwa nilai BOD hasil pengukuran mengalami penurunan jika dibandingkan dengan BOD awal sebelum dilakukan proses fermentasi. Proses penurunan BOD terjadi pada semua reaktor uji. Adapun menurut Avlenda (2009),

penurunan kandungan senyawa organik dapat menurunkan nilai BOD. Penurunan kandungan senyawa organik tersebut, disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme di dalam reaktor. Selain itu, penurunan nilai BOD terjadi karena menurunnya jumlah bahan organik dan jumlah bakteri yang menguraikan bahan organik dalam lindi (Eko, 2006).

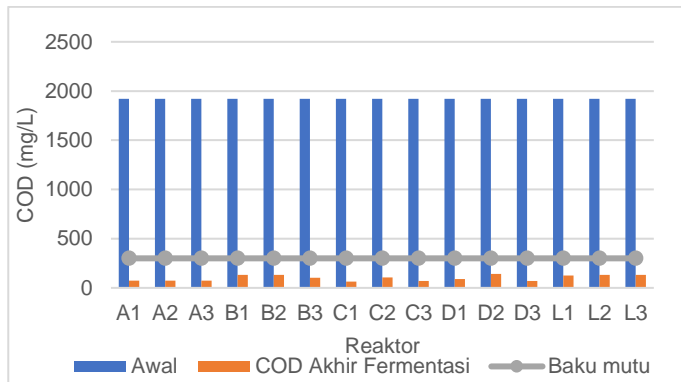


Gambar 4. 13 Penurunan Nilai BOD

Nilai BOD pada akhir proses fermentasi telah memenuhi baku mutu yang disyaratkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.59/Menlhk/ Setjen/Kum.1/7/2016, yaitu sebesar 150 mg/L. Nilai BOD hasil pengukuran menunjukkan bahwa air lindi pada semua reaktor uji dapat dikembalikan ke lingkungan. Walaupun pada peraturan Menteri pertanian tidak mensyaratkan nilai BOD yang dapat digunakan sebagai pupuk cair.

Sedangkan parameter COD juga diukur di akhir proses fermentasi pada semua reaktor uji. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan Lampiran 12. Dari Gambar 4.14 dapat diketahui bahwa nilai COD pada akhir proses fermentasi mengalami penurunan. Pada standar untuk pupuk cair, tidak ada persyaratan mengenai batasan COD. Namun, dengan adanya proses fermentasi anaerob, nilai COD telah memenuhi baku mutu yang disyaratkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor

P.59/Menlhk/ Setjen/Kum.1/7/2016, yaitu sebesar 300 mg/L O₂. Nilai COD hasil pengukuran menunjukkan bahwa air lindi pada semua reaktor uji dapat dikembalikan ke lingkungan. Menurut Avlenda (2009), proses pemecahan atau degradasi senyawa organik yang terjadi pada reaktor uji menjadi senyawa yang lebih sederhana akan menurunkan nilai COD.



Gambar 4. 14 Penurunan Nilai COD

4.3.6 Hubungan Antar Parameter Hasil Pengukuran

Parameter yang diukur oleh peneliti selama proses fermentasi adalah jumlah koloni bakteri penambat N. Sedangkan parameter yang diukur pada akhir fermentasi adalah parameter nitrat, amonium, BOD, COD, suhu dan pH. Pada penjabaran sebelumnya, telah diketahui bahwa jumlah koloni bakteri paling besar saat uji TPC ada pada reaktor D1. Hasil akhir dari semua parameter pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Pada Tabel 4.4, dapat diketahui bahwa jumlah koloni terbesar adalah pada reaktor uji D1 dan B3. D1 merupakan reaktor dengan penambahan bakteri starter cair 10 mL dan pengenceran 50 kali. B3, yaitu penambahan bakteri starter serbuk 0,5 gram dan pengenceran 100 kali. Pada reaktor dengan penambahan bioaktivator serbuk, serbuk yang telah tercampur dengan air tidak dapat larut dengan sempurna. Hal ini ditunjukkan dengan adanya endapan serbuk pada

dasar reaktor, yang menunjukkan bahwa bakteri penambat N pada bioaktivator tidak tersebar merata pada reaktor.

Adapun pada reaktor uji lain yang penambahannya berupa bioaktivator cair, memiliki nilai pH normal antara 6,72-7,99. Pada pengukuran suhu reaktor uji, suhu tertinggi pada reaktor D1 dan D2. Menurut Alin (2008), pertumbuhan *Azospirillum* optimum pada pH antara 6,8 hingga 7-9 dengan suhu 32-36°C. Hal ini berkorelasi dengan hasil perhitungan jumlah koloni bakteri pada D1 yang memiliki jumlah koloni terbanyak. Pada reaktor D2 yang memiliki suhu yang sama dengan D1, jumlah koloni yang terbentuk sedikit karena pH pada reaktor uji D2 merupakan pH terkecil jika dibandingkan dengan reaktor uji lain. Sehingga jumlah koloni bakteri yang terbentuk dan terhitung hanya sedikit.

Pada parameter nitrat, reaktor L3 memiliki nilai nitrat tertinggi. Reaktor tersebut merupakan reaktor kontrol dengan pengenceran lindi sebesar 100 kali tanpa penambahan bioaktivator. Menurut Nindrasari *et al.* (2010), proses yang terjadi pada kondisi anaerobik yaitu terjadinya penurunan kandungan amonium dan nitrit sehingga proses ini ditandai dengan oksidasi amonium oleh nitrit. Damsir *et al.* (2016), juga menambahkan bahwa amonium mengalami proses nitrifikasi membentuk nitrit dan nitrat. Namun pada semua reaktor, kadar nitrat meningkat dan kadar amonium meningkat pula. Peningkatan nitrat dan amonium terjadi karena amonium yang terbentuk berasal dari degradasi bahan organik yang ada pada sampel lindi. Sedangkan pada parameter amonium, kadar amonium tertinggi pada reaktor C3 yaitu reaktor yang merupakan reaktor dengan penambahan bioaktivator cair 5 mL dan pengenceran sebanyak 100 kali. Pada hampir semua reaktor dengan pengenceran 100x, nilai amonium yang terbentuk semakin besar. Namun hal ini tidak menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai pengenceran maka semakin besar pula amonium yang terbentuk. Nilai amonium pada reaktor uji yang berbeda nilai pengencerannya terlihat fluktuatif. Begitu juga pada reaktor D (reaktor dengan penambahan bioaktivator cair 10 mL), nilai amonium tertinggi yaitu pada reaktor D1 bukan pada reaktor D3.

Tabel 4. 4 Hasil Akhir Pengukuran Pada Semua Parameter

Reaktor Uji	pH	Suhu	Nitrat (mg/L)	Amonium (mg/L)	TOTAL	% N	TPC Akhir Fermentasi	BOD (mg/L O ₂)	COD (mg/L O ₂)
D1	7,52	32	5,5	362,0	367,5	0,03675	48x10 ⁸	33,5	89,29
B3	8,74	31	19,8	185,4	205,2	0,02052	30x10 ⁸	34,375	102,81
B1	9,11	31	7,3	118,0	125,3	0,01253	35x10 ⁷	25	132,19
B2	8,92	31	15,5	120,2	135,8	0,01358	31x10 ⁷	31,25	132,19
C3	7,08	31	11,9	446,8	458,7	0,04587	30x10 ⁷	56,25	71,42
C2	6,98	31,5	12,6	173,4	186,0	0,01860	155x10 ⁶	50	107,14
D3	6,74	31	8,9	116,0	124,9	0,01249	64x10 ⁶	60	71,43
D2	6,72	32	21,4	158,0	179,4	0,01794	57x10 ⁶	40,2	142,86
A3	7,85	31	22,0	139,8	161,8	0,01618	30x10 ⁶	28,125	73,44
A1	8,69	31	8,6	115,1	123,7	0,01237	120x10 ⁵	12,5	73,44
A2	8,06	31,5	30,8	82,1	112,8	0,01128	81x10 ⁵	15,625	73,44
C1	6,97	31	12,6	190,2	202,8	0,02028	76x10 ⁵	46,875	64,51
L1	7,99	31	145,5	180,3	325,8	0,03258	33x10 ⁴	75	124,99
L3	7,41	31,5	283,5	324,6	608,1	0,06081	77x10 ³	25	133,33
L2	7,42	31	207,4	213,1	420,5	0,04205	37x10 ³	10	133,33

Nilai total amonium dan nitrat pada reaktor uji mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan sebelum proses fermentasi. Nilai total tersebut dapat dibuat prosentase nilai N untuk N dalam bentuk nitrat nitrogen dan amonium nitrogen. Hal ini sejalan dengan tujuan proses fermentasi yaitu untuk menaikkan nilai nitrat dan amonium pada pupuk cair hasil fermentasi.

Dari Tabel 4.4, dapat diketahui pula bahwa rata-rata nilai amonium, nitrat, dan jumlah koloni terbesar adalah pada reaktor D1 dan B3. Reaktor D1 merupakan reaktor dengan penambahan bakteri starter sebanyak 10 mL dan pengenceran 50 kali. Sedangkan reaktor B3 merupakan reaktor dengan penambahan bakteri starter sebanyak 1 gram dan pengenceran 100 kali. Selain itu, dari Tabel 4.4 juga dapat diketahui reaktor yang memiliki nilai rata-rata terkecil, yaitu pada reaktor A2 dan C1. Reaktor A2 merupakan reaktor dengan penambahan bakteri starter sebanyak 0,5 gram dan pengenceran 75 kali. Sedangkan reaktor C1 merupakan reaktor dengan penambahan bakteri starter sebanyak 5 mL dan pengenceran 50 kali.

Azospirillum merupakan bakteri yang dapat melakukan proses denitrifikasi (Zimmer *et al.*, 1984). Yaitu bakteri yang mengurangi nitrat menjadi bentuk nitrogen bebas. Sehingga, pada prosesnya *Azospirillum* akan mengalami proses denitrikasi dan nilai nitrat akan menurun ketika berada dalam kondisi oksigen yang sedikit bahkan kondisi anaerob. *Azospirillum* dapat menggunakan NH_4^+ , NO_3^- , asam amino dan N_2 sebagai sumber N untuk pertumbuhan. Disamping itu, ia dapat tumbuh dalam kondisi anaerobik (NO_3^- sebagai akseptor elektron, proses denitrifikasi), *microaerobic* (N_2 atau NH_3 sebagai sumber nitrogen) dan kondisi aerobik (NH_3 , NO_3^- , asam amino) (Okon, 1985). Pada proses fermentasi, *Azospirillum* belum menunjukkan pengaruhnya terhadap pembentukan nitrogen dalam pupuk cair lindi. Okon (1985), juga menyatakan bahwa bakteri tersebut lebih efisien penggunaannya dalam pupuk dan dapat memperkaya tanah dengan adanya nitrogen serta hubungannya dengan akar. Oleh karena itu, *Azoprillum* akan bekerja optimal ketika diaplikasikan ke tanaman uji di tanah. Sehingga reaktor yang

paling baik menghasilkan jumlah koloni bakteri terbanyak adalah D1 dan B3.

4.3 Pemberian Pupuk

Pemberian pupuk pada tanaman uji merupakan tahap yang dilakukan setelah proses fermentasi usai. Tanaman uji yang digunakan pada penelitian ini adalah sorgum (*Sorghum bicolor*) dan Jagung (*Zea mays*). Proses penanaman dilakukan pada akhir bulan Februari, namun tanaman sorgum dan jagung tidak dapat tumbuh karena benih tanaman yang sudah kadaluarsa. Percobaan penanaman kembali dilakukan pada pertengahan bulan maret hingga awal bulan april. Hingga tanaman uji berumur dua minggu. Proses pemberian pupuk dilakukan dalam waktu bersamaan. Pemberian pupuk dilakukan selama 45 hari dengan perlakuan sebagai berikut:

- a. Tanaman uji yaitu sorgum dan jagung dibuat duplo untuk meningkatkan ketepatan penelitian yang dilakukan. Sehingga jumlah tanaman uji sebanyak 64 tanaman.
- b. Pupuk cair diambil 50 mL untuk diencerkan ke dalam 1 Liter air kemudian diberikan kepada tanaman uji.
- c. Pupuk cair yang diberikan ke tanaman uji berjumlah 16 pupuk cair. Terdiri dari pupuk cair L1, L2, L3 (kontrol), A1, A2, A3, B1, B2, B3 (penambahan bioaktivator serbuk), C1, C2, C3, D1, D2, D3 (penambahan bioaktivator cair), dan pupuk kimia.
- d. Pupuk kimia yang diberikan ke tanaman uji merupakan pupuk NPK berbentuk granul. Pupuk kimia tersebut ditimbang sebanyak 5 gram, lalu dilarutkan ke dalam 1 Liter air.
- e. Dosis pemberian pupuk cair yang diberikan ke tanaman sebanyak 250 mL, untuk satu wadah polybag yang berisi satu tanaman uji.
- f. Pemberian pupuk dilakukan seminggu sekali pada kedua tanaman uji.
- g. Pengukuran terhadap tinggi batang dan jumlah daun dilakukan setiap 3 hari sekali terhitung dari hari pertama pemberian pupuk cair.

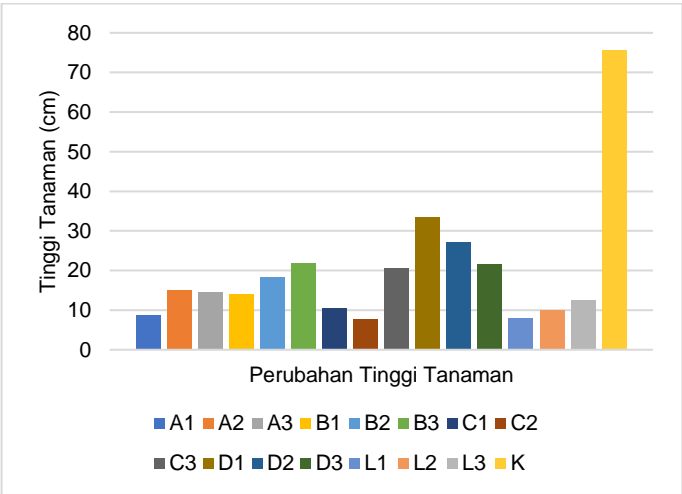
Pemberian pupuk cair pertama kali dilakukan pada tanggal 18 April 2017. Sehingga pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman selesai pada tanggal 2 Juni 2017.

4.4 Pengamatan terhadap Pertumbuhan Tanaman Uji

Pengamatan terhadap tanaman uji dilakukan bersamaan dengan pemberian pupuk pada tanaman uji. Pada pengamatan pertumbuhan tanaman, dilakukan pengamatan pada tinggi batang tanaman serta jumlah daun tanaman uji.

4.4.1 Tinggi Batang Tanaman Sorgum

Pengamatan terhadap tinggi tanaman sorgum dilakukan menggunakan mistar (penggaris). Pengamatan terhadap perubahan tinggi batang tanaman sorgum dapat dilihat pada Gambar 4.15. Hasil pengamatan dan pengukuran tinggi batang tanaman sorgum dapat dilihat pada lampiran 15.



Gambar 4. 15 Perubahan Tinggi Batang Tanaman Sorgum

Pada Gambar 4.15, dapat diketahui bahwa tinggi batang tanaman sorgum terbesar yaitu pada tanaman yang diberi pupuk kimia. Sedangkan pada tanaman yang diberi pupuk lindi, pertumbuhan tanaman tertinggi pada tanaman yang diberi

pupuk D1 (penambahan bakteri starter cair) dan B3 (penambahan bakteri starter serbuk). Hal ini sesuai dengan rata-rata nilai amonium, nitrat, dan jumlah koloni bakteri terbesar adalah pada reaktor D1 dan B3. Perubahan tinggi terbesar pada tanaman sejalan dengan nilai rata-rata terbesar kandungan pupuk lindi.

Adapun untuk mengetahui tingkat signifikansi jenis pupuk terhadap tanaman sorgum, maka dilakukan uji signifikansi menggunakan aplikasi SPSS. Pada analisis menggunakan aplikasi SPSS, dilakukan uji serentak kemudian uji parsial untuk mengetahui signifikansi jenis pupuk terhadap tanaman uji. Dengan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis:

H0 : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sorgum

H1 : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum

Nilai α (tingkat error) : 0,05

Jika nilai signifikansi kurang dari α (0,05) maka tolak H0. Namun jika nilai signifikansi lebih dari α (0,05) maka gagal tolak (terima) H0. Pada penggunaan aplikasi SPSS, data yang digunakan adalah membandingkan jenis pupuk organik yang diberi penambahan bakteri starter dengan pupuk kontrol. Sehingga, pupuk yang memiliki pengenceran sama dibandingkan dalam SPSS dan dilihat signifikansinya.

Hasil uji serentak pada aplikasi SPSS dapat dilihat pada Tabel 4.5. Dari Tabel 4.5, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), kurang dari 0,05.

Keputusan : Tolak H0, karena nilai signifikansi kurang dari 0,05

Kesimpulan : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 50 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	29,803 ^a	4	7,451	6,058	,000
Intercept	73,607	1	73,607	59,843	,000
Jenis_Pupuk	29,803	4	7,451	6,058	,000
Error	86,100	70	1,230		
Total	189,510	75			
Corrected Total	115,903	74			

a. R Squared = ,257 (Adjusted R Squared = ,215)

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa minimal ada satu jenis pupuk yang memberi pengaruh berbeda. Maka dilakukan pengujian parsial menggunakan SPSS untuk mengetahui jenis pupuk mana yang memberikan pengaruh yang signifikan.

Hipotesis:

H0 : Pupuk tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum

H1 : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum

Hasil uji parsial dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 50 kali

Parameter Estimates						
Dependent Variable: Pertumbuhan						
Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	,527	,286	1,839	,070	-,044	1,098
[Jenis_Pupuk=1,00]	,053	,405	,132	,896	-,754	,861
[Jenis_Pupuk=4,00]	,407	,405	1,004	,319	-,401	1,214
[Jenis_Pupuk=7,00]	,167	,405	,412	,682	-,641	,974
[Jenis_Pupuk=10,00]	1,693	,405	4,181	,000	,886	2,501
[Jenis_Pupuk=13,00]	0 ^a	.	.	.	.	.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Pada Tabel 4.6, dapat diketahui pula bahwa nilai signifikansi pada jenis pupuk 10 dibawah 0,05.

Keputusan : Tolak H_0 , karena nilai signifikansi kurang dari 0,05

Kesimpulan : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan.

Setelah dilakukan uji signifikansi pada pupuk dengan pengenceran 50 kali, kemudian dilakukan uji signifikansi pada pupuk dengan pengenceran 75 kali dan 100 kali. Dengan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis:

H_0 : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sorgum

H_1 : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum

Nilai α (tingkat error) : 0,05

Hasil uji serentak pada aplikasi SPSS dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 75 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15,578 ^a	4	3,894	2,664	,039
Intercept	82,373	1	82,373	56,348	,000
Jenis_Pupuk	15,578	4	3,894	2,664	,039
Error	102,329	70	1,462		
Total	200,280	75			
Corrected Total	117,907	74			
a. R Squared = ,132 (Adjusted R Squared = ,083)					

Dari Tabel 4.7, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), kurang dari 0,05.

Keputusan : Tolak H_0 , karena nilai signifikansi kurang dari 0,05

Kesimpulan : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum.

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa minimal ada satu jenis pupuk yang memberi pengaruh berbeda. Maka dilakukan pengujian parsial menggunakan SPSS untuk mengetahui jenis pupuk mana yang memberikan pengaruh yang signifikan.

Hipotesis:

H0 : Pupuk tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum

H1 : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum

Hasil uji parsial dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 75 kali

Parameter Estimates						
Dependent Variable: Pertumbuhan						
Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	,673	,312	2,157	,034	,051	1,296
[Jenis_Pupuk=2,00]	,333	,441	,755	,453	-,547	1,214
[Jenis_Pupuk=5,00]	,553	,441	1,253	,214	-,327	1,434
[Jenis_Pupuk=8,00]	-,153	,441	-,347	,729	-1,034	,727
[Jenis_Pupuk=11,00]	1,140	,441	2,582	,012	,259	2,021
[Jenis_Pupuk=14,00]	0 ^a	.	.	.	.	.
a. This parameter is set to zero because it is redundant.						

Pada Tabel 4.8, dapat diketahui pula bahwa nilai signifikansi pada jenis pupuk 11 dibawah 0,05.

Keputusan : Tolak H0, karena nilai signifikansi kurang dari 0,05

Kesimpulan : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan.

Sedangkan hasil uji serentak pada aplikasi SPSS pada jenis pupuk lain menunjukkan bahwa keputusan yang diambil adalah terima H_0 karena nilai signifikansi diatas 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk berpengaruh tidak signifikan terhadap pertumbuhan tanaman sorgum dengan penambahan pupuk pengenceran 75 kali.

Uji signifikansi pada pupuk pengenceran 100 kali dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 100 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,987 ^a	4	1,247	1,011	,408
Intercept	110,899	1	110,899	89,918	,000
Jenis_Pupuk	4,987	4	1,247	1,011	,408
Error	86,333	70	1,233		
Total	202,220	75			
Corrected Total	91,321	74			
a. R Squared = ,055 (Adjusted R Squared = ,001)					

Dari Tabel 4.9, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), lebih dari 0,05.

Keputusan : Terima H_0 , karena nilai signifikansi lebih dari 0,05

Kesimpulan : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sorgum

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa semua pupuk memberikan pengaruh yang sama dan tidak signifikan terhadap pertumbuhan tanaman sorgum.

Dari tabel-tabel uji signifikansi diatas, dapat dilihat hasil signifikansi dari masing-masing jenis pupuk. Jenis pupuk 1 hingga 15 merupakan pupuk yang terbuat dari lindi. Jenis pupuk

1 hingga 15 beserta reaktor uji secara urut dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10Jenis Pupuk dari Lindi

Jenis Pupuk	Reaktor Uji Lindi
1	A1
2	A2
3	A3
4	B1
5	B2
6	B3
7	C1
8	C2
9	C3
10	D1
11	D2
12	D3
13	L1
14	L2
15	L3

Dari kesimpulan hasil uji signifikansi tersebut, dapat diketahui bahwa pupuk yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum adalah pupuk 10 dan 11. Pupuk tersebut merupakan pupuk D1 dan D2, yaitu pupuk dengan penambahan bakteri starter 10 mL dan pengenceran 50 kali serta 75 kali. Sedangkan pada pupuk dengan pengenceran 100 kali tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan batang tanaman uji sorgum.

Pada hasil laboratorium setelah fermentasi, dapat diketahui bahwa jenis pupuk D1 merupakan pupuk dengan nilai rata-rata amonium, nitrat, serta jumlah koloni tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman sorgum memberikan respon yang baik terhadap pemberian pupuk D1. Simanungkalit (2006), menyatakan bahwa pupuk organik yang diberikan ke tanaman dapat meningkatkan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas. Respon yang baik dari tanaman sorgum menunjukkan bahwa kebutuhan N tanaman tersebut mampu dipenuhi oleh pupuk organik. Lindi yang mengandung bahan-

bahan organik serta penambahan bakteri starter penambat N, mampu menyediakan unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan batang tanaman sorgum pada reaktor D1 dan D2. Pengenceran 50 kali dan 75 kali memberikan pengaruh yang lebih baik dan signifikan jika dibandingkan dengan pengenceran 100 kali. Konsentrasi bakteri serta amonium nitrat yang ada pada reaktor uji dengan pengenceran 50 kali dan 75 kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan reaktor uji dengan pengenceran 100 kali. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman sorgum memberikan respon yang baik pada pengenceran dibawah 100 kali dengan konsentrasi bakteri *Azospirillum* yang cukup untuk menunjang penambatan N bagi tanaman sorgum. Penelitian yang dilakukan oleh Simanungkalit (2006), menyatakan bahwa pupuk organik yang diberikan ke tanaman uji memiliki fungsi kimia yang penting seperti penyediaan hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe).

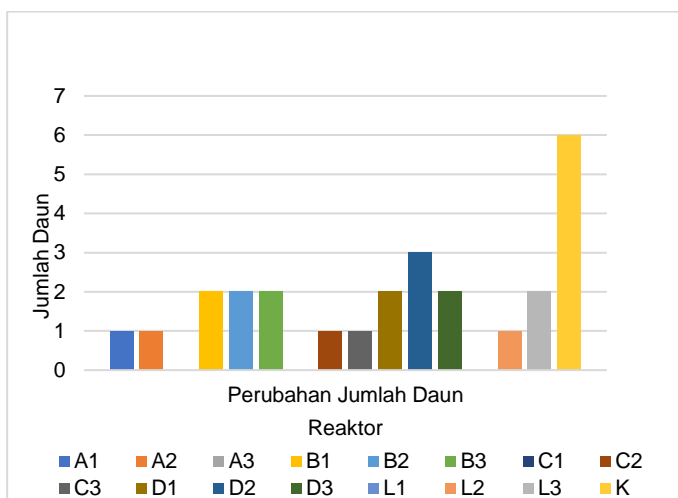
Pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum sesuai dengan Gambar 4.13 tertinggi yaitu pada tanaman dengan pemberian pupuk D1 untuk reaktor dengan penambahan bakteri starter cair. Pupuk tersebut memberikan pengaruh yang signifikan. Namun, pada tanaman dengan pemberian pupuk dengan penambahan bakteri starter serbuk, semua jenis pupuk tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk tersebut belum cukup untuk memenuhi unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sorgum. Selain itu, hal ini juga menunjukkan bahwa pupuk dengan penambahan bakteri starter cair bekerja lebih baik daripada bakteri starter serbuk. pH pupuk dari bakteri starter cair yang cenderung netral memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan bakteri *Azospirillum* untuk menambat N lebih cepat daripada bakteri starter serbuk dengan nilai pH yang lebih tinggi.

4.4.2 Daun Tanaman Sorgum

Pengamatan terhadap jumlah daun tanaman sorgum dilakukan bersamaan dengan pengamatan terhadap tinggi batang tanaman sorgum. Pengamatan terhadap perubahan jumlah daun tanaman sorgum dapat dilihat pada Gambar 4.16.

Hasil pengamatan dan pengukuran tinggi batang tanaman sorgum dapat dilihat pada lampiran 16.

Pada Gambar 4.16, dapat diketahui bahwa jumlah daun tanaman sorgum terbesar yaitu pada tanaman yang diberi pupuk kimia. Sedangkan pada tanaman yang diberi pupuk lindi, pertambahan jumlah daun tertinggi pada tanaman yang diberi pupuk D1 (penambahan bakteri starter cair). Pupuk D1 merupakan pupuk yang diberi perlakuan penambahan bakteri starter cair 10 mL dan pengenceran 50 kali. Hal ini sesuai dengan rata-rata nilai amonium, nitrat, dan jumlah koloni bakteri terbesar adalah pada reaktor D1. Perubahan tinggi terbesar pada tanaman sejalan dengan nilai rata-rata terbesar kandungan pupuk lindi.



Gambar 4. 16 Perubahan Jumlah Daun Tanaman Sorgum

Adapun untuk mengetahui tingkat signifikansi jenis pupuk terhadap jumlah daun tanaman sorgum, maka dilakukan uji signifikansi menggunakan aplikasi SPSS. Pada analisis menggunakan aplikasi SPSS, dilakukan uji serentak kemudian uji parsial untuk mengetahui signifikansi jenis pupuk terhadap tanaman uji. Dengan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis:

H0 : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertambahan jumlah daun sorgum

H1 : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertambahan jumlah daun tanaman sorgum

Nilai α (tingkat error) : 0,05

Jika nilai signifikansi kurang dari α (0,05) maka tolak H0. Namun jika nilai signifikansi lebih dari α (0,05) maka gagal tolak (terima) H0. Hasil uji serentak pada aplikasi SPSS dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 50 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,267 ^a	4	,067	,122	,974
Intercept	,333	1	,333	,608	,438
Jenis_Pupuk	,267	4	,067	,122	,974
Error	38,400	70	,549		
Total	39,000	75			
Corrected Total	38,667	74			
a. R Squared = ,007 (Adjusted R Squared = -,050)					

Dari Tabel 4.11, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), lebih dari 0,05.

Keputusan : Gagal tolak/terima H0, karena nilai signifikansi lebih dari 0,05

Kesimpulan : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertambahan jumlah daun sorgum

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan daun tanaman sorgum. Hal ini juga menunjukkan bahwa pupuk dengan pengenceran 50 kali memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap pertambahan jumlah daun tanaman sorgum. Kemudian dilakukan uji signifikansi pada

pupuk dengan pengenceran 75 kali dan 100 kali. Hasil uji signifikansi dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan 4.13.

Tabel 4. 12Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 75 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,213 ^a	4	,053	,101	,982
Intercept	,853	1	,853	1,617	,208
Jenis_Pupuk	,213	4	,053	,101	,982
Error	36,933	70	,528		
Total	38,000	75			
Corrected Total	37,147	74			

a. R Squared = ,006 (Adjusted R Squared = -,051)

Tabel 4. 13Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 100 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,213 ^a	4	,053	,072	,990
Intercept	,653	1	,653	,877	,352
Jenis_Pupuk	,213	4	,053	,072	,990
Error	52,133	70	,745		
Total	53,000	75			
Corrected Total	52,347	74			

a. R Squared = ,004 (Adjusted R Squared = -,053)

Dari Tabel 4.12 dan 4.13, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), lebih dari 0,05.

Keputusan : Gagal tolak/terimaH₀, karena nilai signifikansi lebih dari 0,05

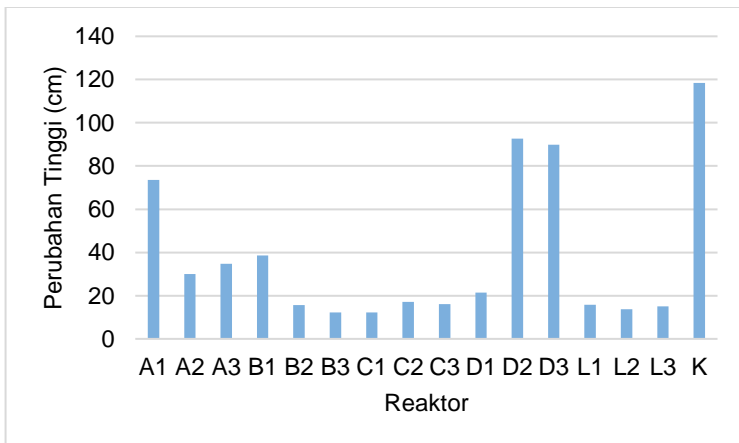
Kesimpulan :Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertambahan jumlah daun sorgum

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan daun tanaman sorgum. Sehingga semua jenis pupuk memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap

pertumbuhan daun tanaman uji. Menurut Nasreen *et al.* (2007) dan Abdissa *et al.* (2011), hara N terlibat langsung dalam pembentukan asam amino, protein, asam nukleat, enzim, nucleoprotein, dan alkaloid, yang sangat dibutuhkan untuk proses pertumbuhan tanaman, terutama perkembangan daun, meningkatkan warna hijau daun, serta pembentukan cabang atau anakan. Namun pada perkembangan daun sorgum, hara N yang tersedia belum mampu memenuhi kebutuhan hara N tanaman uji untuk daun. Pemberian pupuk terhadap perkembangan daun memberikan pengaruh yang tidak signifikan jika dibandingkan dengan kontrol.

4.4.3 Tinggi Batang Tanaman Jagung

Pengamatan terhadap tinggi tanaman jagung dilakukan menggunakan mistar (penggaris). Pengamatan terhadap perubahan tinggi batang tanaman jagung dapat dilihat pada Gambar 4.17. Hasil pengamatan dan pengukuran tinggi batang tanaman jagung dapat dilihat pada lampiran 15.



Gambar 4. 17 Perubahan Tinggi Batang Tanaman Jagung

Pada Gambar 4.17, dapat diketahui bahwa tinggi batang tanaman jagung terbesar yaitu pada tanaman yang diberi pupuk D2. Pupuk D2 merupakan pupuk yang diberi perlakuan

penambahan bakteri starter cair 10 mL dan pengenceran 75 kali. Reaktor D2 bukan merupakan reaktor yang memiliki nilai rata-rata nilai amonium, nitrat dan jumlah koloni bakteri tertinggi namun reaktor D2 merupakan reaktor yang memiliki nilai pH terendah dan suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri *Azospirillum*.

Adapun untuk mengetahui tingkat signifikansi jenis pupuk terhadap tanaman jagung, maka dilakukan uji signifikansi menggunakan aplikasi SPSS. Pada analisis menggunakan aplikasi SPSS, dilakukan uji serentak kemudian uji parsial untuk mengetahui signifikansi jenis pupuk terhadap tanaman uji. Dengan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis:

H0 : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jagung

H1 : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung

Nilai α (tingkat error) : 0,05

Jika nilai signifikansi kurang dari α (0,05) maka tolak H0. Namun jika nilai signifikansi lebih dari α (0,05) maka gagal tolak (terima) H0. Hasil uji serentak pada aplikasi SPSS dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 50 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	169,095 ^a	4	42,274	10,904	,000
Intercept	348,625	1	348,625	89,922	,000
Jenis_Pupuk	169,095	4	42,274	10,904	,000
Error	271,389	70	3,877		
Total	789,110	75			
Corrected Total	440,485	74			

a. R Squared = ,384 (Adjusted R Squared = ,349)

Dari Tabel 4.14, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), kurang dari 0,05.

Keputusan : Tolak H_0 , karena nilai signifikansi kurang dari 0,05

Kesimpulan : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung.

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa minimal ada satu jenis pupuk yang memberi pengaruh berbeda. Maka dilakukan pengujian parsial menggunakan SPSS dengan hasil sebagaimana Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 50 kali

Parameter Estimates						
Dependent Variable: Pertumbuhan						
Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	1,053	,508	2,072	,042	,039	2,067
[Jenis_Pupuk=1,00]	3,853	,719	5,359	,000	2,419	5,287
[Jenis_Pupuk=4,00]	1,520	,719	2,114	,038	,086	2,954
[Jenis_Pupuk=7,00]	-,233	,719	-,325	,747	-1,667	1,201
[Jenis_Pupuk=10,00]	,373	,719	,519	,605	-1,061	1,807
[Jenis_Pupuk=13,00]	0 ^a	.	.	.	.	.
a. This parameter is set to zero because it is redundant.						

Hipotesis:

H_0 : Pupuk tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung

H_1 : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung

Pada Tabel 4.15, dapat diketahui pula bahwa nilai signifikansi pada jenis pupuk 1 dan 4 yaitu dibawah 0,05.

Keputusan untuk pupuk 1 dan 4 : Tolak H_0 , karena nilai signifikansi kurang dari 0,05.

Kesimpulan : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan.

Setelah dilakukan uji signifikansi pada pupuk dengan pengenceran 50 kali, kemudian dilakukan uji signifikansi pada pupuk dengan pengenceran 75 kali dan 100 kali. Dengan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis:

H0 : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jagung

H1 : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung

Nilai α (tingkat error) : 0,05

Hasil uji serentak pada aplikasi SPSS dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 75 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	299,068 ^a	4	74,767	7,895	,000
Intercept	380,813	1	380,813	40,210	,000
Jenis_Pupuk	299,068	4	74,767	7,895	,000
Error	662,939	70	9,471		
Total	1342,820	75			
Corrected Total	962,007	74			

a. R Squared = ,311 (Adjusted R Squared = ,272)

Dari Tabel 4.16, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), kurang dari 0,05.

Keputusan : Tolak H0, karena nilai signifikansi kurang dari 0,05

Kesimpulan : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung.

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa minimal ada satu jenis pupuk yang memberi pengaruh berbeda. Maka dilakukan pengujian parsial menggunakan SPSS untuk mengetahui jenis pupuk mana yang memberikan pengaruh yang signifikan.

Hipotesis:

H0 : Pupuk tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung

H1 : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung

Hasil uji parsial dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 75 kali

Parameter Estimates						
Dependent Variable: Pertumbuhan						
Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	,913	,795	1,149	,254	-,671	2,498
[Jenis_Pupuk=2,00]	1,087	1,124	,967	,337	-1,155	3,328
[Jenis_Pupuk=5,00]	,127	1,124	,113	,911	-2,115	2,368
[Jenis_Pupuk=8,00]	,227	1,124	,202	,841	-2,015	2,468
[Jenis_Pupuk=11,00]	5,260	1,124	4,681	,000	3,019	7,501
[Jenis_Pupuk=14,00]	0 ^a	.	.	.	.	.
a. This parameter is set to zero because it is redundant.						

Pada Tabel 4.17, dapat diketahui pula bahwa nilai signifikansi pada jenis pupuk 11 dibawah 0,05.

Keputusan : Tolak H0, karena nilai signifikansi kurang dari 0,05

Kesimpulan : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan.

Sedangkan hasil uji serentak pada aplikasi SPSS pada jenis pupuk lain menunjukkan bahwa keputusan yang diambil adalah terima H0 karena nilai signifikansi diatas 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk berpengaruh tidak signifikan

terhadap pertumbuhan tanaman sorgum dengan penambahan pupuk pengenceran 100 kali.

Uji signifikansi pada pupuk pengenceran 100 kali dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Hasil Uji Serentak pada Tinggi Batang Tanaman Sorgum Pupuk Pengenceran 100 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	284,385 ^a	4	71,096	12,063	,000
Intercept	376,320	1	376,320	63,849	,000
Jenis_Pupuk	284,385	4	71,096	12,063	,000
Error	412,575	70	5,894		
Total	1073,280	75			
Corrected Total	696,960	74			

a. R Squared = ,408 (Adjusted R Squared = ,374)

Dari Tabel 4.19, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), kurang dari 0,05.

Keputusan : Tolak H_0 , karena nilai signifikansi kurang dari 0,05

Kesimpulan : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung.

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa minimal ada satu jenis pupuk yang memberi pengaruh berbeda. Maka dilakukan pengujian parsial menggunakan SPSS untuk mengetahui jenis pupuk mana yang memberikan pengaruh yang signifikan.

Hipotesis:

H_0 : Pupuk tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung

H_1 : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman jagung

Hasil uji parsial dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Hasil Uji Parsial pada Tinggi Batang Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 100 kali

Parameter Estimates						
Dependent Variable: Pertumbuhan						
Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	1,000	,627	1,595	,115	-,250	2,250
[Jenis_Pupuk=3,00]	1,320	,886	1,489	,141	-,448	3,088
[Jenis_Pupuk=6,00]	-,180	,886	-,203	,840	-1,948	1,588
[Jenis_Pupuk=9,00]	,073	,886	,083	,934	-1,695	1,841
[Jenis_Pupuk=12,00]	4,987	,886	5,625	,000	3,219	6,755
[Jenis_Pupuk=15,00]	0 ^a	.	.	.	.	.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Pada Tabel 4.17, dapat diketahui pula bahwa nilai signifikansi pada jenis pupuk 12 dibawah 0,05.

Keputusan : Tolak H₀, karena nilai signifikansi kurang dari 0,05

Kesimpulan : Pupuk memberikan pengaruh yang signifikan.

Dari kesimpulan-kesimpulan tersebut, dapat diketahui bahwa beberapa pupuk yang memberikan pengaruh signifikan yaitu pada pupuk jenis 1, 4, 11, dan 12. Pupuk 1 merupakan pupuk A1, 4 adalah pupuk B1, 11 adalah pupuk D2 dan 12 adalah pupuk D3. Ketiga pupuk tersebut memberikan pengaruh yang signifikan jika dibandingkan dengan kontrol pada masing-masing pengenceran. Secara berurutan, pupuk A1, B1, D2, dan D3 merupakan pupuk dengan pengenceran yang berbeda. Yaitu pengenceran 50 kali (A1 dan B1), 75 kali, dan 100 kali.

Pupuk A1 adalah reaktor dengan penambahan bakteri starter 0,5 gram dengan pengenceran 50 kali. B1 merupakan pupuk dengan penambahan bakteri starter 1 gram dengan pengenceran 50 kali. D2 merupakan reaktor dengan penambahan bakteri starter 10 mL dengan pengenceran lindi sebesar 75 kali. Sedangkan D3 merupakan reaktor dengan penambahan bakteri starter 10 mL dengan pengenceran lindi sebesar 100 kali.

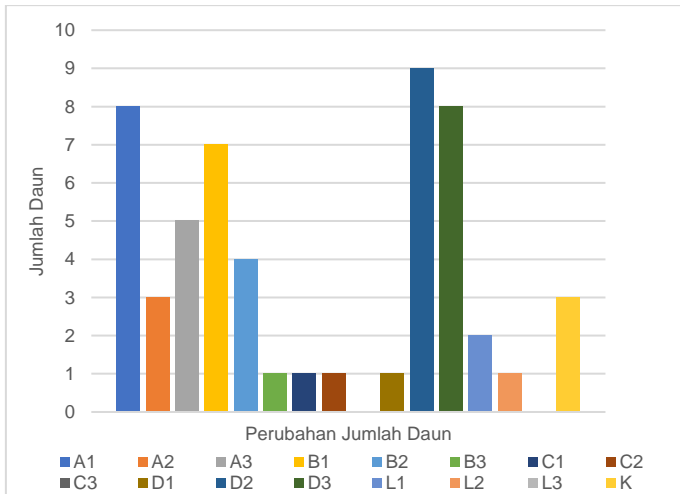
Hasil signifikansi yang beragam ini menunjukkan hubungan dengan pertumbuhan batang tanaman jagung. Batang tanaman jagung yang memberikan respon baik terhadap pupuk adalah keempat tanaman dengan pemberian pupuk tersebut dan berpengaruh signifikan. Menurut Dwidjoseputro (1990), suatu tanaman akan tumbuh dengan subur apabila unsur yang dibutuhkan tersedia cukup. Jenis pupuk A1, B1, D2, dan D3 menyediakan unsur hara yang cukup untuk tanaman jagung sehingga batang tanaman jagung tumbuh lebih tinggi. Interaksi antara *Azospirillum* serta unsur hara yang tersedia pada lindi di pupuk organik baik dari bakteri starter serbuk maupun cair menyebabkan tersedianya hara, khususnya N untuk tanaman. Menurut Rao (1982) adanya aktivitas bakteri starter dalam tanah menyebabkan terjadinya mobilisasi hara dalam tanah sehingga tersedia bagi tanaman. Selain itu, bakteri starter di tanah juga menghasilkan hormon tumbuh yang sangat mempengaruhi interaksi dengan tanaman.

Pupuk A1, B1, D2, dan D3 bukan merupakan pupuk dengan nilai rata-rata amonium, nitret dan jumlah koloni yang tinggi. Namun, pada keempat jenis pupuk tersebut mampu memberikan hara yang cukup untuk pertumbuhan tanaman jagung. Hal ini dimungkinkan karena adanya bakteri tanah atau mikroba tanah pada jagung ditambah dengan pupuk organik dari reaktor uji yang memiliki bakteri starter penambat N. Hal ini sejalan dengan pendapat Marsono dan Sigit (2000), bahwa pemberian pupuk dengan dosis yang tepat akan berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah, sehingga akan mempengaruhi tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman.

4.4.4 Daun Tanaman Jagung

Pengamatan terhadap jumlah daun tanaman jagung dilakukan bersamaan dengan pengamatan terhadap tinggi batang tanaman jagung. Pengamatan terhadap perubahan jumlah daun tanaman jagung dapat dilihat pada Gambar 4.18. Hasil pengamatan dan pengukuran tinggi batang tanaman sorgum dapat dilihat pada lampiran 16. Pada Gambar 4.18, dapat diketahui bahwa jumlah daun tanaman jagung terbesar yaitu pada tanaman yang diberi pupuk D2. Pupuk D2

merupakan pupuk yang diberi perlakuan penambahan bakteri starter cair 10 mL dan pengenceran 75 kali. Adapun untuk mengetahui tingkat signifikansi jenis pupuk terhadap jumlah daun tanaman jagung, maka dilakukan uji signifikansi menggunakan aplikasi SPSS.



Gambar 4. 18 Perubahan Jumlah Daun Tanaman Jagung

Pada analisis menggunakan aplikasi SPSS, dilakukan uji serentak kemudian uji parsial untuk mengetahui signifikansi jenis pupuk terhadap tanaman uji. Dengan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis:

H0 : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertambahan jumlah daun jagung

H1 : Minimal ada satu jenis pupuk yang memberikan pengaruh berbeda terhadap pertambahan jumlah daun tanaman jagung

Nilai α (tingkat error) : 0,05

Jika nilai signifikansi kurang dari α (0,05) maka tolak H0. Namun jika nilai signifikansi lebih dari α (0,05) maka gagal tolak (terima) H0. Hasil uji serentak pada aplikasi SPSS dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 50 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,120 ^a	4	,780	1,557	,195
Intercept	4,813	1	4,813	9,608	,003
Jenis_Pupuk	3,120	4	,780	1,557	,195
Error	35,067	70	,501		
Total	43,000	75			
Corrected Total	38,187	74			

a. R Squared = ,082 (Adjusted R Squared = ,029)

Dari Tabel 4.20, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), lebih dari 0,05.

Keputusan : Gagal tolak/terima H₀, karena nilai signifikansi lebih dari 0,05

Kesimpulan : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertambahan jumlah daun jagung

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan daun tanaman jagung. Hal ini juga menunjukkan bahwa pupuk dengan pengenceran 50 kali memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap pertambahan jumlah daun tanaman jagung. Kemudian dilakukan uji signifikansi pada pupuk dengan pengenceran 75 kali dan 100 kali. Hasil uji signifikansi dapat dilihat pada Tabel 4.21 dan 4.22.

Tabel 4. 21 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 75 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,880 ^a	4	,720	,887	,476
Intercept	4,320	1	4,320	5,324	,024
Jenis_Pupuk	2,880	4	,720	,887	,476

Lanjutan Tabel 4. 22 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 75 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Error	56,800	70	,811		
Total	64,000	75			
Corrected Total	59,680	74			
a. R Squared = ,048 (Adjusted R Squared = -,006)					

Tabel 4. 23 Hasil Uji Serentak pada Jumlah Daun Tanaman Jagung Pupuk Pengenceran 100 kali

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pertumbuhan					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,387 ^a	4	,847	1,058	,384
Intercept	2,613	1	2,613	3,267	,075
Jenis_Pupuk	3,387	4	,847	1,058	,384
Error	56,000	70	,800		
Total	62,000	75			
Corrected Total	59,387	74			
a. R Squared = ,057 (Adjusted R Squared = ,003)					

Dari Tabel 4.21 dan 4.22, dapat diketahui bahwa nilai Sig (signifikansi), lebih dari 0,05.

Keputusan : Gagal tolak/terima H_0 , karena nilai signifikansi lebih dari 0,05

Kesimpulan : Semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertambahan jumlah daun jagung

Berdasarkan pengujian serentak dapat diketahui bahwa semua pupuk memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan daun tanaman sorgum. Sehingga semua jenis pupuk memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap pertumbuhan daun tanaman uji. Hal ini mungkin disebabkan tidak adanya perbedaan penambahan jumlah daun baik dari pupuk kontrol ataupun pupuk dengan penambahan bakteri starter.

Menurut Lakitan (1996) *dalam* Dwi, A (2008), tanaman yang tidak mendapatkan tambahan unsur N tumbuhnya kerdil

serta daun lebih kecil, tipis dan jumlahnya sedikit. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa tanaman yang tidak mendapat tambahan bakteri starter memiliki jumlah daun lebih sedikit jika dibandingkan dengan tanaman yang mendapat pemberian bakteri starter penambat N. Namun pada daun tanaman jagung masih memberikan respon yang lambat. Pengaruh yang lambat dan tidak signifikan tersebut, mungkin disebabkan karena kemampuan akar tanaman untuk menyerap pupuk belum berfungsi sempurna akibatnya pupuk tidak terserap maksimal. Penyebab lain adalah sifat dari pupuk organik hayati yang "*slow release*" sehingga membutuhkan waktu yang agak lama untuk melihat pengaruh dari pupuk organik (Gubali *et al.*, 2013). Pengaruh dari pupuk hayati memberikan prospek yang menjanjikan dalam jangka panjang, aman dan ramah terhadap lingkungan. Pemberian pupuk hayati secara terus menerus dapat memperbaiki struktur tanah sehingga tanah akan menjadi sehat dan dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara tanaman.

Selain pengaruh dari pemberian pupuk dari reaktor uji, tanaman juga dilihat pertumbuhannya dari perlakuan penambahan pupuk kimia serta kontrol. Jika dibandingkan dengan tanaman yang diberi perlakuan penambahan pupuk kimia, tanaman dengan perlakuan penambahan pupuk dari lindi masih berada di bawahnya. Dalam artian pupuk dari lindi masih belum berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman uji dalam pengamatan selama 45 hari. Jika dikaitkan dengan karakteristik pupuk hasil fermentasi dengan bioaktivator, maka pupuk lindi dari reaktor uji D1 memiliki pengaruh yang sejalan terhadap pertumbuhan rata-rata tanaman uji untuk tanaman sorgum. Namun untuk tanaman jagung memberikan respon lambat. Gambar-gambar pertumbuhan tanaman uji dapat dilihat pada Lampiran 18.

Selain pengaruh penambahan pupuk, pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh adanya cahaya matahari yang membantu proses fotosintesis, serta pengaruh penyiraman. Selain itu, pertumbuhan tanaman uji juga dipengaruhi oleh tersedianya unsur hara, terutama nilai N pada tanah dan selama pemberian pupuk. Sesuai pemberian pupuk cair lindi, sorgum memberikan respon yang baik pada pemberian pupuk

D1, sedangkan jagung memberikan respon yang baik pada pemberian pupuk D2. Hal ini menunjukkan kesesuaian kebutuhan unsur N dengan ketersediaan unsur N dari pupuk lindi D1 dan D2.

Penerimaan cahaya bagi tanaman uji berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman uji. Pada tanaman uji yang dimiliki oleh peneliti, tanaman uji yang mendapat intensitas cahaya matahari lebih banyak cenderung lebih terhambat pertumbuhannya. Tanaman jagung yang mendapat intensitas sedang tumbuh lebih cepat dibanding tanaman jagung yang mendapat intensitas tinggi. Ketidakberadaan cahaya matahari, memacu tanaman jagung untuk memproduksi hormon auksin yang ditemukan pada sel-sel meristem seperti ujung batang dan ujung akar. Auksin akan rusak oleh cahaya matahari (ultraviolet). Oleh karena itu, bagian batang yang tidak terkena cahaya matahari akan tumbuh terus. Sedangkan yang terkena cahaya matahari akan terhambat pertumbuhannya, sehingga bagian batang tersebut akan membelok ke arah datangnya cahaya. Hal ini terjadi karena auksin berubah menjadi senyawa yang menghambat pertumbuhan. Oleh sebab itu, tanaman uji yang mendapat intensitas cahaya lebih besar cenderung terhambat pertumbuhannya jika dibandingkan dengan tanaman yang mendapat intensitas cahaya sedang (cukup).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, maka kesimpulan sementara penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi penambahan bakteri starter yang baik sesuai hasil yang dilakukan peneliti yaitu B3 untuk reaktor dengan penambahan bioaktivator serbuk sebanyak 1 gram dengan pengenceran lindi sebesar 100 kali. Sedangkan untuk reaktor uji penambahan bioaktivator cair adalah D1 dengan penambahan bioaktivator sebanyak 10 mL dan pengenceran sebesar 50 kali.
2. Pertumbuhan tinggi batang tanaman sorgum paling cepat terjadi pada pemberian pupuk cair D1. Sedangkan pada tanaman jagung pada pemberian pupuk cair D2. Kedua pupuk tersebut berpengaruh signifikan pada tanaman sorgum dan jagung menurut hasil analisis menggunakan spss. Sedangkan pada jumlah daun, semua jenis pupuk memberikan pengaruh yang tidak signifikan menurut hasil analisis menggunakan spss.
3. Reaktor uji dengan penambahan bakteri starter serbuk yang memiliki konsentrasi rata-rata antara amonium, nitrat, dan jumlah koloni terendah adalah A2. Reaktor tersebut memberikan respon lambat terhadap laju pertumbuhan daun dan tinggi tanaman sorgum serta pada tanaman jagung.

Sedangkan reaktor uji dengan penambahan bakteri starter serbuk yang memiliki konsentrasi rata-rata antara amonium, nitrat, dan jumlah koloni tertinggi adalah B3. Reaktor tersebut memberikan respon cepat terhadap pertumbuhan tanaman sorgum. Namun pada tanaman jagung memberikan respon lambat.

Adapun reaktor uji dengan penambahan bakteri starter cair yang memiliki konsentrasi rata-rata antara amonium, nitrat, dan jumlah koloni terendah adalah C1. Reaktor tersebut memberikan respon lambat terhadap laju pertumbuhan daun dan tinggi tanaman sorgum serta tanaman jagung.

Sedangkan reaktor uji dengan penambahan bakteri starter cair yang memiliki konsentrasi rata-rata antara amonium, nitrat, dan jumlah koloni tertinggi adalah D1. Reaktor tersebut memberikan respon cepat terhadap pertumbuhan tanaman sorgum. Namun pada tanaman jagung memberikan respon lambat.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan berkaitan dengan penelitian ini, antara lain:

1. Selama 16 hari proses pertumbuhan tanaman dari benih, tanaman uji kekurangan cahaya karena berada di tempat yang di sekitarnya terdapat pohon yang dapat menghalangi cahaya masuk ke tanaman. Kurangnya cahaya tersebut menyebabkan tanaman uji sedikit terhambat pertumbuhan awalnya. Berkaitan dengan hal tersebut, maka dapat dilakukan perlakuan peletakan tanaman yang mendapatkan cahaya cukup.
2. pH pada pupuk dengan bioaktivator serbuk masih tinggi. Maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penurunan pH pada pupuk cair lindi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdissa, Y, Tekallign, T& Pant, LM. 2011. *Growth, bulb yield, and quality of onion (Allium cepa L.) as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization on vertisol. I. growth attributes, biomass production and bulb yield*. Afr. J. Agric. Res., vol. 6, no. 14, pp. 3252-8.
- Akbari, A. G., Arab, M. S., Alikhani, H. A., Allahdadi, L., Arzanesh, M. H. 2007. *Isolation and selection of indigenous Azospirillum spp. and IAA of Superior strain on wheat roots*. World Journal of Agricultural Sciences, 3: 523-529
- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. John Willey and Sons. New York.
- Alin. 2008. *Uji Efektifitas Pupuk Organik Hayati (Bio-Organic Fertilizer) dalam Mensubtitusi Kebutuhan Pupuk pada Tanaman Caisin (Brassica Chinensis)*. Bogor:Institut Pertanian Bogor
- Arbain, N. K. Mardana, I. B. Sudana. 2008. *Pengaruh Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Suwung terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Sekitarnya di Kelurahan Pedungan Kota Denpasar*. Ecotrophic 3 (2): 61-66
- Avlenda, E. 2009. *Penggunaan tanaman kangkung (Ipomoea aquatica) Forsk.) dan genjer (Limnocharis Flava (L.) Buch.) dalam pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit*. [Tesis]. Bandung. Institut Teknologi Bandung
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Surabaya Dalam Angka*. Surabaya
- Balai Laboratorium Kesehatan Surabaya. 2005. *Surabaya*
- Bashan, Y., Holguin, G. 1997. *Short and Medium term avenues for Azospirillum inoculation*. In Plant Growth-Promoting Rhizobacteria-present status and future prospect, A. Ogoshi, K. Kobayashi, Y. Homma, F. Kodama, N. Kondo and S. Akino (eds.), pp. 130149, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan
- Borrell, A., E.V. Oosterom, G. Hammer, D. Jordan, and A. Douglas. 2006. *The physiology of "stay-green" in sorghum*. Hermitage Research Station. University of Queensland: Brisbane

- Burhanuddin, Fikhri. 2010. *Study of COD Removal by Anaerobic Digestion Using Mixed Culture From Sewage*. Malaysia:Universiti Malaysia Pahang
- Chen ,Y., Cheng, J.J., Creamer, K.S. 2008. *Inhibition of anaerobic digestion process: A review*. J Biores Technol. 99(10): 4044- 4060
- Damsir, Suprihatin, M Romli, M Yani, Arie H. 2016. *Karakteristik Lindi Hasil Fermentasi Anaerobik Sampah Kota dalam Lisimeter dan Potensi Pemanfaatannya Menjadi Pupuk Cair*. Jurnal Teknologi Pertanian 26 (2):125-133 (2016)
- Darmasetiawan, Martin. 2004. *Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA)*. Jakarta: Ekamitra Engineering
- Dasgupta, M., Yildiz, Y. 2016. *Assesment of Biochemical Oxygen Demand as Indicator of Organic Load In Wastewaters of Morris Country, New Jersey, USA*. J. Environ Anal TOxicol 2016, 6:3
- Dewanto, F., J.J.M.R. Londok, R.A.V. Tuturoong, W. B. Kaunang. 2013. Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik Terhadap Produksi Tanaman Jagung Sebagai Sumber Pakan. Jurnal Zooteh Vol.32 No.5
- Dwi, A. 2008.*Uji Efektivitas Pupuk Organik Hayati (Bio-Organic Fertilizer) Dalam Mensubstitusi Kebutuhan Pupuk Pada Tanaman Caisin (Brassicachinensis)*. Skripsi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- Dwidjoseputro. 1990. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Eckert, B., Weber O. B., Kirchhof G., Halbritter A., Stoffels M., Hartmann A. 2001. *Azospirillum Doebereineriae sp. nov., a Nitrogen Fixing Bacterium Associated with the C4-Grass Miscanthus*. Int J Syst Evol Microbiol 51, 17-26
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Eko, M., Wiryanto, Sajidan. 2006. *Pengolahan Limbah Domestik dengan Aerasi dan Penambahan Bakteri Pseudomonas putida*. Jurnal Bioteknologi 3 (2): 42-49, Nopember 2006
- Erfin, Sandiah, N., Malesi, L. 2016. *Identifikasi Bakteri Azospirillum dan Azotobacter Pada Rhizosfer Asal*

- Komba-Komba (Chromolaena odorata)*. Jurnal Vol. 3 No.2, Mei 2016
- Fahmi A., Syamsudin, Sri Nuryani H Utami, Bostang Radjagukguk. 2010. *Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (Zea mays L) Pada Tanah Regosol dan Latosol*. Berita Biologi 10 (3) – Desember 2010
- Fairus S, Salafudin, Rahman L, Apriani E. 2011. Pemanfaatan sampah organik secara padu menjadi alternatif energi : biogas dan precursor briket. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Yogyakarta: 22 Februari 2011
- FAO. 2002. *Sweet Sorghum in China. Agriculture and Consumer Protection*. Food Agricultural Organization of United Nations Department.
- Fardias, Srikandi. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Fatha, A. 2007. *Pemanfaatan Zeolit Aktif untuk Menurunkan BOD dan COD Limbah Cair Tahu*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang
- Felecia, A. 2006. *Pengembangan produk sereal sarapan siap santap berbasis sorgum*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Fenwick, David.2006. *Zea mays – Maize or Corn (Grass Images)*. (URL: http://www.aphotoflora.com/g_zea_mays_maize_corn.html). Diakses tanggal 12 Februari 2017
- Gamayanti, K.V., Pertiwinigrum, A., Yusiati, L.M. 2012. *Limbah Cairan Rumen dan Lumpur Gambut Sebagai Starter dalam Proses Fermentasi Metanogenik*. Bul Peternakan.36(1): 32-39
- Garner, F.P., R.B. Pearce, R.I. Mirchel. 1995. *Phyciology of Crop Plants*. Iowa:The Iowa States University Press
- Gerik, T., Bean, B., Vanderlip, R.L. 2003. *Sorghum Growth and Development*. Texas Cooperative Extension Servive
- Gubali, H., M. I. Bahua, N. Musa. 2013. *Uji Efektivitas Pupuk Organik Hayati untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan*

- Hasil Tanaman Kangkung Darat*. Gorontalo:Universitas Negeri Gorontalo
- Gunawan, R. 2011. *Produksi Masal Inokulum Azotobacter, Azospirillum dan Bakteri Pelarut Fosfat dengan Menggunakan Media Alternatif*. Skripsi. Jurusan Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hardjowigeno, S., Widiatmaka. 2007. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Harmsen, J. 1983. *Identification of Organic Compounds in Leachate from a Waste Tip*. J. of Water Res. 17 (6), 699e705
- Heukelekian H, Gelman I. 1951. *Studies of Biochemical Oxidation by Direct Methods*. Sewage and Industrial Wastes 23:1267-1281
- Irvan, M. 1999. *Tanaman Jagung (Zea mays L) terhadap Pengolahan Tanah dan Kerapatan Tanah padanTanah Andisol dan Ultisol*. Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan
- Iswanto, B., Widyo Astono, Sunaryati.2007. *Pengaruh Penguraian Sampah Terhadap Kualitas Air Ditinjau Dari Perubahan Senyawa Organik dan Nitrogen dalam Reaktor Kontinyu Skala Laboratorium*. Jakarta: Universitas Trisakti
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga
- Koswara, J. 1983. Jagung. Jurusan Agronomi. Fak. Pertanian IPB. Bogor
- Kubyshkina, G., Zupančič, B., Štukelj, M., Grošelj, D., Marion, L., dan Emri, I. 2011. *The Influence of Different Sterilization Techniques on the Time-Dependent Behavior of Polymides*. Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology. 2 (4), hal 361-368
- Kusmayadi, J.E. 1986. *Identifikasi Unsur-unsur Pencemaran Kualitas Air Tanah Dangkal di Daerah Dago dan*

- Sekitarnya, Kodya Bandung (Laporan Penelitian Sarjana Teknik Geologi)*. Bandung: Universitas Padjajaran
- Laiya, R., Moh. Iqbal B., Nurmi. 2013. *Pertumbuhan dan Produksi Jagung Hibrida Melalui Pemberian Pupuk Hayati*. Seminar Prodi S1 Agroteknologi Fakultas Ilmu-ilmu Pertanian Juli 2013
- Leiwakabessy, F.M. dan A. Sutandi. 2004. *Pupuk dan Pemupukan*. Diktat Kuliah. Departemen Tanah. Fakultas Pertanian. Bogor: IPB
- Li H, Zhou S, Mae W, Huang P, Huang G, Qin Y, Xu B, Ouyang H. 2014. *Long-term performance and microbial ecology of a two-stage PN-ANAMMOX process treating mature landfill leachate*. J Biores Technol. 159: 404–411.
- Lumbantobing ELN, Hazra F, Anas I. 2008. *Uji Efektivitas Bio-Organic Fertilizer (Pupuk Organik Hayati) Dalam Menstutstitusi Kebutuhan Pupuk Anorganik Pada Tanaman Sweet Sorghum*. Jurnal Tanah dan Lingkungan 10(2):72-76.
- Mahajoeno E. 2007. “Energi Alternatif Pengganti BBM”. *Potensi Biomassa Sawit Sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Jakarta: Lembaga Riset Perkebunan Indonesia
- Mahalakshmi, V. and F.R. Bidinger. 2002. *Evaluation of stay-green sorghum germplasm lines at ICRISAT*. Crop Sci. 42: 965-974
- Maramis, A. 2008. *Pengelolaan Sampah dan Turunannya di TPA*. Salatiga: Universitas Satyawacana
- Marsono dan P. Sigit. 2000. *Pupuk Akar Jenis dan Aplikasinya*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Mohr, S., Ravindra, K., Dahiya, R.P., Chandra, A. 2006. *Leachate Characterization and Assessment of Ground-water Pollution Near Municipal Solid Waste Landfill Site*. Environ. Monit. Assess. 118, 435e456
- Nasreen, S, Haque, MM, Hosain, MA & Farid, ATM. 2007. *Nutrient uptake and yield of onion as influenced by nitrogen and sulphur fertilization, Bangladesh*. J. Agril. Res., vol. 32, no. 3, pp. 413-20
- Naveen, B. P., Mahapatra D. M., Sitharam T. G., Sivapullaiah P. V., Ramachandra T. V. 2016. *Physico-chemical and*

- Biological Characterization of Urban Municipal Landfill Leachate*. Environmental Pollution : xxx (2016) 1-42
- Nindrasari GV, Meitiniarti I, Jubhar C, Mangimbulude. 2010. *Pengurangan ammonium dengan metode nitrifikasi dan anammox pada air lindi dari tempat pembuangan sampah Jati Barang Semarang*. Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi. Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya Menuju Pembangunan Karakter. Semarang: 21-23 September 2010.
- Novizan. 2005. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Nurdin, Purnamasingsuh M., Zuzain I., Fauzan Z.2008. *Pertumbuhan dan hasil Jagung yang Dipupuk N, P, dan K pada Tanah Vertisol Isimu Utara Kabupaten Gorontalo*. Jurnal Tanah Trop., Vol 14, No 1, 2009: 49-56
- Okon, Y. 1985. *Azospirillum as a Potential Inoculant for Agriculture*. Trends in Biotechnology Vol 3 No 9, 1985
- Okon, Y and Y. Kalpunik. 1986. *Development and function of Azospirillum inoculated roots. Plant and soil* 90:3-16
- Parman. 2007. *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kentang*. Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan. Jurusan Biologi. Semarang: Universitas Diponegoro
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.59/Menlhk/ Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah
- Pandey, S. N., Sinha B. K. 1990. *Plant Physiology 2nd Revised Edition*. Kanpur: Vikas Publishing House
- Plessis, JD. 2008. *Sorghum production*. Republic of South Africa Department of Agriculture.
- Poerwanto R, Siregar IZ, Suryani A. 2012. *Merevolusi Revolusi Hijau: Pemikiran Guru Besar IPB*. Bogor (ID): IPB Press. 786 hlm.
- Priyono, Adi., Wahyu Dwi. 2008. *Pengolahan Leachate (Air Lindi) Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang*

- Semarang Secara Anaerob. Semarang: Universitas Diponegoro
- Purwono, R dan Hartono. 2004. *Produktivitas Jagung Unggul*. Malang: Bayumedia Publishing
- Puspita, Lani., Yarsi Effendi, Mar Ayunis. 2016. *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Air Lindi dari TPA Telaga Punggur Terhadap Pertumbuhan Morfometrik Tanaman Seledri*. Jurnal Dimensi Vol 1 No 1 2016. Batam: Universitas Riau Kepulauan Batam
- Rao, N.M.S. 1982. *Biofertilizers in Agriculture*. New Delhi: Oxford and BH Publishing Co
- Rodriguez, H., T. Gonzales, I. Goire, Y. Bashan. 2004. *Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium Azospirillum spp.* *Naturwissenschaften* 91:552-555
- Romli, Musta'in. 2012. *Dampak Negatif Pupuk Kimia Terhadap Kesuburan Tanah*. Lampung: Politeknik Negeri Lampung
- Royadi. 2006. *Analisis Pemanfaatan TPA Sampah Pasca Operasi Berbasis Masyarakat (Studi Kasus TPA Bantar Gebang, Bekasi)*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Rubatzky, V.E., Yamaguchi. 1995. *World Vegetables Van Nostrand Reinhold A division of International Thomson Publishing*
- Russ Karow, OSU. 2002. *Sorghum Taxonomy, Morphology and Reproduction*. (URL: <http://oregonstate.edu/instruct/css/330/six/index2.htm>). Diakses tanggal 12 Februari 2017.
- Saharan, B., Nehra, V. 2011. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria: a critical review*. Life Sci. Med. Res. 2011, 1-30
- Samekto, R. 2008. *Bioteknologi dan Keharaan Tanaman (Mikroorganisme, Nitrogen, dan Fosfor)*. J. Inov. Pertan. 7:66-85
- Sarbini, K. 2012. *Biodegradasi Pyrena Menggunakan Bacillus subtilis C19*. Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Satiawihardja. 1992. *Teknologi Pemanfaatan Limbah Untuk Pakan: Fermentasi*

- Sawyer, C.N., McCarty, P.L., and Parkin, G.F. 2000. *Chemistry for Environmental Engineering* 4th Edition. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Setiadewi, N., dan Herumurti, W. 2014. *Pengaruh Stasiun Peralihan Antara Terhadap Pengelolaan Sampah Permukiman di Kecamatan Tambaksari Surabaya*. Tugas Akhir., Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Simanungkalit, R.D.M.2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian
- Siregar, Sakti A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Sitompul, S.M., B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta:Gadjah Mada University Press
- Sulinda, D. 2004. *Penentuan Nilai Parameter Kinetika Lumpur Aktif pada Pengolahan Air Lindi Sampah Secara Aerobik*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB
- Sunarti. S. , A.S.Nuning, Syarifudin dan R. Efendi. 2009. *Morfologi Tanaman danFase Pertumbuhan Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Sereal
- Suprijadi. 2012. *Karakterisasi sifat fisik dan kimia tepung sorgum (Sorghum bicolor L. Moench) rendah tanin [tesis]*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 112 hlm.
- Sutanto, B.H. 2000. *Pemanfaatan Pupuk Organik (Punik) untuk Memperbaiki Kesuburan Kimia dan Fisik Tropopsamment Kecamatan Tempel pada Tanaman Semangka, Cabai,dan Mentimun*. Yogyakarta: Fakultas Pertanian UGM
- Syngenta Foundation for Sustainable Agriculture (SFSA). 2003. *Sorghum: Increasing Opportunities and Choice for Poor Rural Communities in SemiArid Areas Through Sustainable Innovation in Agriculture*
- Tchobanoglous, G., Vigil, S. 1993. *Integrated Solid Wastes Management Issues*. New York: International Edition Mc Grow Hill
- Tjitrosoepomo, G. 2005. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Traversi D, Romanazzi V, Degan R, Lorenzi E,Carraro E, Gilli G. 2015. *Microbialchemical indicator for anaerobic digester*

- performance assessment in full-Scale waste water treatment plants for biogas production*. J Biores Technol. 186: 179 – 191.
- Undang-Undang Republik Indonesia no 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah
- United States Department of Agriculture. 2008. Sorghum. USA
- Widawati., Muharram. 2012. *Uji Laboratorium Azospirillum sp yang Diisolasi dari Beberapa Ekosistem*. J. Hort. 22(3):258-267, 2012
- Wijaya, Raden, C., Ervita, L., Yudianingsih. 2015. *Perancangan Alat Hitung Bakteri*. Jurnal Teknologi Informasi ISSN 1907:2430
- Wiyana. 2008. *Studi Pengaruh Penambahan Lindi dalam Pembuatan Pupuk Organik Granuler terhadap Ketercucian N, P, dan K*. Yogyakarta: MST UGM
- Yunita, Merisa., Yusuf Hendrawan, Rini Yulianingsih. 2015. *Analisis Kuantitatif Mikrobiologi Pada Makanan Penerbangan Garuda Indonesia berdasarkan TPC dengan Metode Pour Plate*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem Vol 3 No 3, 237-238
- Zimmer, W., M. Penteado Stephan, H Bothe. 1984. *Denitrification by Azospirillum brasilense sp 7*. Arch Microbiol (1984) 138:206-211

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Tahapan Uji Nitrat dan Amonium

Tahapan Uji Nitrat

1. Diambil erlenmeyer 50 mL, diisi masing-masing dengan variasi kadar lindi dan aquadest (blanko) sebanyak 2 ml.
2. Ditambahkan 2 ml larutan Brucin Asetat.
3. Ditambahkan 4 ml larutan Asam Sulfat (H^2SO_4) pekat.
4. Diaduk dan dibiarkan selama 10 menit.
5. Pada spektrofotometer, larutan dibaca dengan panjang gelombang $415\mu m^*$.
6. Absorbansi dari hasil pembacaan, dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi untuk mendapatkan nilai N.

Tahapan Uji Amonium

1. Diambil erlenmeyer 100 mL, diisi masing-masing dengan variasi kadar lindi dan aquadest (blanko) sebanyak 25 mL.
2. Ditambahkan 1 mL larutan nessler.
3. Ditambahkan 1,25 mL garam signet.
4. Diaduk dan dibiarkan selama 10 menit.
5. Pada spektrofotometer, larutan dibaca dengan panjang gelombang $386\mu m^*$.
6. Absorbansi dari hasil pembacaan, dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi untuk mendapatkan nilai amonium.

*Nilai panjang gelombang didapat dari panjang gelombang optimum kurva kalibrasi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 2 Tahapan Uji BOD

1. Disiapkan 1 buah labu takar 500 ml dan dituangkan sampel sesuai dengan perhitungan pengenceran. Ditambahkan air pengencer hingga batas labu.
2. Disiapkan botol winkler 300 ml dan buah botol winkler 150 ml.
3. Dituangkan sampel dalam labu takar ke dalam botol winkler 300 ml dan 150 ml hingga tumpah.
4. Dituangkan air pengencer dalam labu takar ke dalam botol winkler 300 ml dan 150 ml hingga tumpah.
5. Dimasukkan botol winkler 300 ml ke dalam inkubator 20°C selama 5 hari.
6. Botol winkler 150 ml dianalisis oksigen terlarut dengan prosedur sebagai berikut :
 - Ditambahkan 1 ml larutan mangan sulfat
 - Ditambahkan 1 ml larutan pereaksi oksigen
 - Botol ditutup dengan hati-hati agar tidak ada gelembung udara lalu dibalik-balikkan beberapa kali
 - Diarkan gumpalan mengendap selama 5-10 menit
 - Ditambahkan 1 ml asam sulfat pekat, tutup dan dibalik-balikkan
 - Dituangkan 100 ml larutan ke dalam Erlenmeyer 250 ml
 - Dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,0125 N sampai warna menjadi coklat muda
 - Ditambahkan 3-4 tetes indikator amilum dan titrasi dengan natrium tiosulfat hingga warna biru hilang
7. Setelah 5 hari, analisi kedua larutan dalam botol winkler 300 ml dengan analisis oksigen terlarut.
8. Dihitung oksigen terlarut dan BOD dengan rumus berikut:

$$OT \text{ (mgO}_2\text{/L)} = \frac{a \times N \times 8000}{100 \text{ mL}}$$

$$BOD_{5^{20}} \text{ (mg/L)} = \frac{[(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)] \times (1 - P)}{P}$$

$$P = \frac{\text{mL sampel}}{\text{volume hasil pengenceran (500 mL)}}$$

dimana:

X_0 = oksigen terlarut sampel pada $t = 0$

X_5 = oksigen terlarut sampel pada $t = 5$

B0 = oksigen terlarut blanko pada t = 0

B5 = oksigen terlarut blanko pada t = 5

P = derajat pengenceran

- Permanganat

1. Tuangkan sampel air sebanyak 100 mL dengan gelas ukur.
2. Tambahkan 2,5 mL Asam Sulfat 4 N bebas organik.
3. Tambahkan beberapa tetes larutan Kalium Permanganat (KMnO_4) 0,01 N hingga terjadi warna merah muda.
4. Panaskan hingga mendidih selama 1 menit.
5. Tambahkan 10 mL larutan Kalium Permanganat (KMnO_4) 0,01 N.
6. Panaskan hingga mendidih selama 10 menit.
7. Tambahkan 1 mL larutan Asam Oksalat 0,1 N dan tunggu sampai air menjadi jernih.
8. Titrasi dengan Kalium Permanganat (KMnO_4) 0,01 N sampai timbul warna merah muda.
9. Hitung nilai Permanganat dengan menggunakan rumus berikut:

$$F = \frac{\text{KMnO}_4 \text{ (mg/L)}}{(1 \times 0,1) \times 31,6 \times P} = \frac{1000}{\text{volume sampel}} [(10+a) \times N] -$$

dimana:

a = mL titrasi larutan Kalium Permanganat (KMnO_4)

N = normalitas larutan Kalium Permanganat

P = pengenceran

- *Dissolved Oxygen*

- 1) Ambil sampel langsung dari lokasi sampel dengan cara memasukkan botol winkler ke dalam air sampai botol penuh dan tutup.
- 2) Tambahkan 1 mL larutan mangan sulfat.
- 3) Tambahkan 1 mL larutan Pereaksi Oksigen.
- 4) Botol ditutup lagi dengan hati-hati agar tidak ada udara terperangkap dari luar, kemudian balik-balikkan botol beberapa kali.

- 5) Biarkan gumpalan mengendap selama 5-10 menit.
- 6) Tambahkan 1 mL Asam Sulfat pekat, tutup dan balik-balikkan botol beberapa kali sampai endapan hilang.
- 7) Tuangkan air dalam botol sebanyak 100 mL dengan menggunakan gelas ukur 100 mL, masukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL.
- 8) Titrasi dengan larutan Natrium Tiosulfat 0,0125 N hingga warna menjadi coklat muda.
- 9) Tambahkan 3-4 tetes indikator amilum dan titrasi lagi dengan Natrium Tiosulfat sampai warna biru hilang yang pertama kali (setelah beberapa menit akan timbul lagi).
- 10) Hitung Oksigen Terlarut dengan menggunakan rumus berikut:

$$OT = \frac{a \times N \times 8000}{100 \text{ mL}}$$

dimana:

OT= oksigen terlarut

a = volume titrasi Natrium Tiosulfat

N = normalitas larutan Natrium Tiosulfat

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 3 Tahapan Uji COD

1. Dimasukkan 0,4 gr kristal Hg_2SO_4 ke dalam masing-masing erlenmeyer COD.
2. Dituangkan 20 ml air sampel dan 20 ml air aquadest (sebagai blanko) ke dalam masing-masing erlenmeyer COD.
3. Ditambahkan 10 ml larutan Kalium Dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0,1 N.
4. Ditambahkan 30 ml larutan campuran H_2SO_4 dan Ag_2SO_4 .
5. Dialirkan air pendingin pada kondenser dan pasang erlenmeyer COD.
6. Dinyalakan alat pemanas dan refluks larutan tersebut selama 2 jam.
7. Dibiarkan erlenmeyer dingin dan tambahkan air aquadest melalui kondensor sampai volume 150 ml.
8. Dilepaskan erlenmeyer dari kondensor dan tunggu sampai dingin.
9. Ditambahkan 3-4 tetes indikator ferroin.
10. Dititrasi kedua larutan di erlenmeyer tersebut dengan larutan standart Fero Amonium Sulfat 0,05 N hingga warna menjadi merah-coklat.
11. Dihitung COD sampel dengan rumus berikut:

$$\text{COD (mgO}_2\text{/L)} = \frac{(a-b) \times N \times 8000}{\text{volume sampel}} \times p$$

dimana:

a = ml FAS titrasi blanko

b = ml FAS titrasi sampel

N = normalitas larutan FAS

p = pengenceran

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 4 Tahapan Uji TPC (*Total Plate Count*)

- **Pembuatan Media**

1. Ditimbang NaCl 0,51 gram dalam *beaker glass* pada neraca analitik
2. Ditambahkan akuades hingga 60 ml dalam *beaker glass* 100ml
3. Larutan NaCl diambil sebanyak 9 ml untuk masing-masing tabung (ada 6 tabung reaksi)
4. Dimasukkan ke dalam 6 tabung reaksi kemudian diberi label 10^{-1} hingga 10^{-6}
5. Nutrient agar (NA) ditimbang sebanyak 0,8 gram dalam *beaker glass* 100 ml di neraca analitik kemudian ditambahkan akuades hingga 40 ml lalu dipanaskan
6. Larutan NA yang telah dipanaskan diambil sebanyak masing-masing 10 ml dan dituang ke dalam tabung reaksi
7. 6 tabung reaksi berisi NaCl, 3 tabung reaksi berisi NA, 3 cawan petri, 1 pipet ukur, 1 botol dibungkus dengan kertas coklat dan disumbat dengan kapas lemak
8. Disterilisasi dengan autoclave

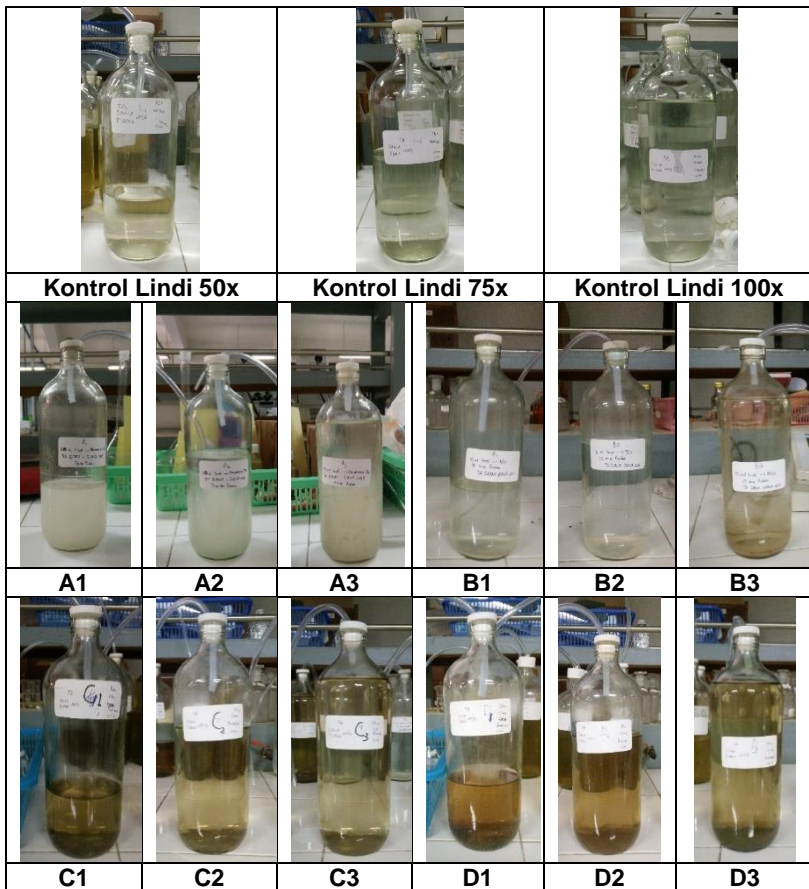
- **Metode Tuang**

1. Media NA yang telah disterilisasi diencerkan dengan dipanaskan diatas kompor listrik dan dibiarkan hangat
2. Air sampel diambil dan disimpan dalam botol yang telah disterilisasi, kemudian diambil 1 ml. Air tersebut dituang ke dalam tabung reaksi yang berisi NaCl yang telah disterilisasi dengan label 10^{-1}
3. Larutan di tabung NaCl 10^{-1} diambil 1 ml dan dituang ke dalam tabung reaksi berisi NaCl 10^{-2} yang telah disterilisasi
4. Larutan di tabung NaCl 10^{-2} diambil 1 ml dan dituang ke dalam tabung reaksi berisi NaCl 10^{-3} yang telah disterilisasi
5. Larutan di tabung NaCl 10^{-3} diambil 1 ml dan dituang ke dalam tabung reaksi berisi NaCl 10^{-4} yang telah disterilisasi

6. Larutan di tabung NaCl 10^{-4} diambil 1 ml dan dituang ke dalam tabung reaksi berisi NaCl 10^{-5} yang telah disterilisasi
7. Larutan di tabung NaCl 10^{-5} diambil 1 ml dan dituang ke dalam tabung reaksi berisi NaCl 10^{-6} yang telah disterilisasi
8. Larutan NaCl berlabel 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , diambil sebanyak 0,1 ml untuk masing-masing cawan
9. Dituang dalam 3 cawan petri yang telah diberi label 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}
10. NA cair yang masih hangat dituang ke dalam cawan petri
11. Digoyang-goyangkan hingga rata di permukaan cawan (5x kanan-kiri, 5x depan-belakang), kemudian ditunggu hingga memadat
12. Cawan berisi NA dibalik lalu dibungkus dengan kertas coklat
13. Diinokulasi selama 24 jam dan 72 jam
14. Diamati pertumbuhan yang terbentuk dan dihitung dengan *colony counter*
15. Dihitung jumlah koloni dalam sampel dengan rumus:

$$\text{Koloni per ml} = \frac{\text{jumlah koloni per cawan}}{\text{ml sampel pada cawan}} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Lampiran 5Reaktor untuk Proses Fermentasi



Keterangan:

Kontrol lindi = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 50x; 75x; 100x tanpa penambahan bakteri

Reaktor A1 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 50x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 0,5 gr

Reaktor A2 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 75x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 0,5 gr

Reaktor A3 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 100x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 0,5 gr
Reaktor B1 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 50x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 1 gr
Reaktor B2 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 75x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 1 gr
Reaktor B3 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 100x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 1 gr
Reaktor C1 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 50x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 5mL
Reaktor C2 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 75x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 5 mL
Reaktor C3 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 100x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 5 mL
Reaktor D1 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 50x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 10 mL
Reaktor D2 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 75x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 10 mL
Reaktor D3 = Reaktor lindi yang telah diencerkan hingga 100x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 10 mL

Lampiran 6 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Selama Fermentasi Reaktor Serbuk

Tabel L. 1 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Serbuk

Reaktor	Pengamatan Hari ke-7	Pengamatan Hari ke-14	Keterangan
A1	30×10^6	120×10^5	Penambahan bakteri 0,5 gr dan pengenceran 50x
A2	32×10^6	81×10^5	Penambahan bakteri 0,5 gr dan pengenceran 75x
A3	32×10^8	30×10^6	Penambahan bakteri 0,5 gr dan pengenceran 100x
B1	33×10^7	35×10^7	Penambahan bakteri 1 gr dan pengenceran 50x
B2	151×10^8	31×10^7	Penambahan bakteri 1 gr dan pengenceran 75x
B3	31×10^8	30×10^8	Penambahan bakteri 1 gr dan pengenceran 100x

Contoh perhitungan jumlah koloni bakteri:

- Jumlah koloni yang teramati di cawan = 32 koloni
- Pengenceran = 10^{-7}
- Jumlah koloni bakteri (n)

$$n = \frac{\text{jumlah koloni teramati}}{\text{volume sampel}} \times \frac{1}{\text{angka pengenceran}}$$

$$= \frac{32 \text{ koloni}}{0,1 \text{ mL}} \times \frac{1}{10^{-7}} = 32 \times 10^8 \text{ koloni/mL}$$
- Log jumlah koloni bakteri = $\log (32 \times 10^8)$
= 9,5

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 7 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Selama Fermentasi Reaktor Cair

Tabel L. 2 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Cair

Reaktor	Pengamatan Hari ke-7	Pengamatan Hari ke-14	Keterangan
C1	54×10^7	76×10^5	Penambahan bakteri 0,5 gr dan pengenceran 50x
C2	54×10^7	155×10^6	Penambahan bakteri 0,5 gr dan pengenceran 75x
C3	51×10^8	30×10^7	Penambahan bakteri 0,5 gr dan pengenceran 100x
D1	42×10^6	48×10^8	Penambahan bakteri 1 gr dan pengenceran 50x
D2	36×10^6	57×10^6	Penambahan bakteri 1 gr dan pengenceran 75x
D3	66×10^6	64×10^6	Penambahan bakteri 1 gr dan pengenceran 100x

Contoh perhitungan jumlah koloni bakteri:

- Jumlah koloni yang teramati di cawan = 54 koloni
- Pengenceran = 10^{-6}
- Jumlah koloni bakteri (n)

$$n = \frac{\text{jumlah koloni teramati}}{\text{volume sampel}} \times \frac{1}{\text{angka pengenceran}}$$

$$= \frac{54 \text{ koloni}}{0,1 \text{ mL}} \times \frac{1}{10^{-6}} = 54 \times 10^7 \text{ koloni/mL}$$
- Log jumlah koloni bakteri = $\log (54 \times 10^7)$
= 8,7

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 8 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri Reaktor Kontrol

Tabel L. 3 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri di Reaktor Kontrol

Reaktor	Akhir Fermentasi	Keterangan
L1	33x10 ⁴	Lindi pengenceran 50x
L2	37x10 ³	Lindi pengenceran 75x
L3	77x10 ³	Lindi pengenceran 100x

Contoh perhitungan jumlah koloni bakteri:

- Jumlah koloni yang teramati di cawan= 33 koloni
- Pengenceran = 10⁻³
- Jumlah koloni bakteri (n)


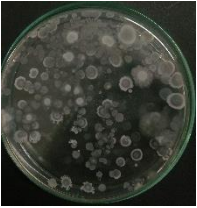
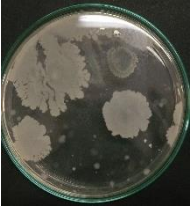
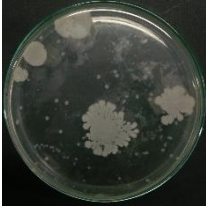


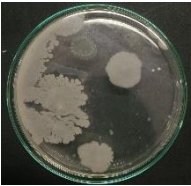

$$n = \frac{\text{jumlah koloni teramati}}{\text{volume sampel}} \times \frac{1}{\text{angka pengenceran}}$$

$$= \frac{33 \text{ koloni}}{0,1 \text{ mL}} \times \frac{1}{10^{-3}} = 33 \times 10^4 \text{ koloni/mL}$$
- Log jumlah koloni bakteri = log (33x10⁴)
=5,5

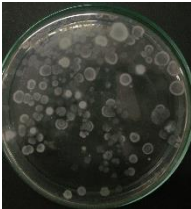
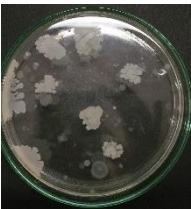


(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 9 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Serbuk

Tabel L. 4 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Serbuk

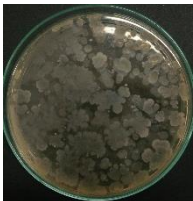
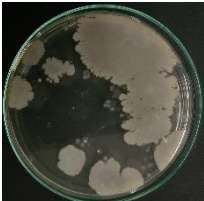

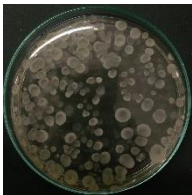


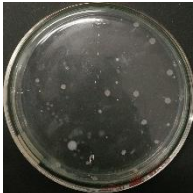

Reaktor Uji	Hasil Pengamatan TPC Hari ke-7	Hasil Pengamatan TPC Hari ke-14	Keterangan
A1			Penambahan bakteri 0,5 gr dan pengenceran 50x
A2			Penambahan bakteri 0,5 gr dan pengenceran 75x
A3			Penambahan bakteri 0,5 gr dan pengenceran 100x
B1			Penambahan bakteri 1 gr dan pengenceran 50x

Lanjutan Tabel L.4 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Serbuk

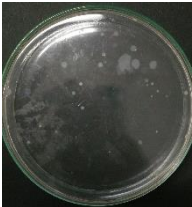
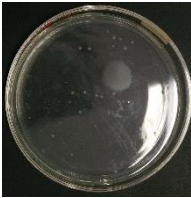


Reaktor Uji	Hasil Pengamatan TPC Hari ke-7	Hasil Pengamatan TPC Hari ke-14	Keterangan
B2			Penambahan bakteri 1 gr dan pengenceran 75x
B3			Penambahan bakteri 1 gr dan pengenceran 100x

Lampiran 10 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Cair

Tabel L. 5 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Cair

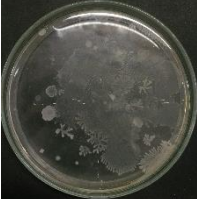

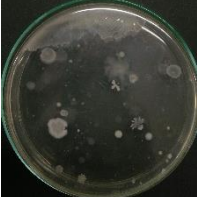
Reaktor Uji	Hasil Pengamatan TPC Hari ke-7	Hasil Pengamatan TPC Hari ke-14	Keterangan
C1			Penambahan bakteri 5cc dan pengenceran 50x
C2			Penambahan bakteri 5cc dan pengenceran 75x
C3			Penambahan bakteri 5cc dan pengenceran 100x
D1			Penambahan bakteri 10cc dan pengenceran 50x

Lanjutan Tabel L.5 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Reaktor Cair

Reaktor Uji	Hasil Pengamatan TPC Hari ke-7	Hasil Pengamatan TPC Hari ke-14	Keterangan
D2			Penambahan bakteri 5cc dan pengenceran 75x
D3			Penambahan bakteri 10cc dan pengenceran 100x

Lampiran 11 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi

Tabel L. 6 Hasil Pengamatan Jumlah Koloni Bakteri Fermentasi Lindi

Reaktor Uji	Hasil Pengamatan Akhir Fermentasi		Keterangan
L1			Lindi pengenceran 50x
L2			Lindi pengenceran 75x
L3			Lindi pengenceran 100x

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 12 Hasil Analisis BOD dan COD

Tabel L. 7 Hasil Analisis BOD dan COD Setelah Fermentasi (mg/L)

Parameter	Reaktor Fermentasi Bakteri <i>Azospirillum</i> Serbuk					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
BOD*) (mg/L)	12,5	15,625	28,125	25	31,25	34,375
COD*) ($\frac{mg}{L} O^2$)	73,44	73,44	73,44	132,19	132,19	102,81

Parameter	Reaktor Fermentasi Bakteri <i>Azospirillum</i> Cair					
	C1	C2	C3	D1	D2	D3
BOD*) (mg/L)	46,875	50	56,25	33,5	40,2	60
COD*) ($\frac{mg}{L} O^2$)	64,51	107,14	71,42	89,29	142,86	71,43

Parameter	Reaktor Kontrol		
	L1	L2	L3
BOD*) (mg/L)	75	10	25
COD*) ($\frac{mg}{L} O^2$)	124,99	133,33	133,33

*) Hasil Perhitungan

Contoh Perhitungan BOD Setelah Fermentasi:

$$\begin{aligned}
 \text{BOD}_{5^{20}} &= \frac{[(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)]}{P} \\
 &= \frac{[(4,9 - 3,3) - (5 - 4)]}{0,015} = 40 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan COD Setelah Fermentasi:

$$\begin{aligned}
 \text{COD} \left(\frac{mg}{L} O^2 \right) &= \frac{(a-b) \times N \times 8000}{\text{vol sampel}} \times f \times p \\
 &= \frac{(2,31 - 2,4) \times 0,05 \times 8000 \times 1 \times 2,35/2,1}{0,5} \\
 &= 73,44 \frac{mg}{L} O^2
 \end{aligned}$$

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 13 Hasil Analisis Amonium dan Nitrat Hasil Fermentasi

Tabel L. 8 Hasil Analisis Amonium dan Nitrat Setelah Fermentasi

Parameter	Reaktor Fermentasi Bakteri <i>Azospirillum</i> Serbuk					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Amonium*) mg/L	115,05	82,05	139,8	118	120,225	185,4
Nitrat*) mg/L	8,6	30,75	22	7,3	15,525	19,8
Parameter	Reaktor Fermentasi Bakteri <i>Azospirillum</i> Cair					
	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Amonium*) mg/L	190,2	173,4	446,8	362	157,95	116
Nitrat*) mg/L	12,55	12,6	11,9	5,5	21,4	8,9
Parameter	Reaktor Kontrol					
	L1		L2		L3	
Amonium*) mg/L	180,3		213,075		324,6	
Nitrat*) mg/L	145,5		207,375		283,5	

*) Hasil Perhitungan

Contoh Perhitungan Amonium Setelah Fermentasi:

- Pembacaan absorbansi pada spektrofotometer
- Persamaan kurva kalibrasi: $y = 0,3895x - 0,1102$

$$\begin{aligned} \text{Amonium: } y &= 0,3895x - 0,1102 \\ 0,338 &= 0,3895x - 0,1102 \\ x &= 1,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai amonium} &= 1,15 \text{ (nilai} \\ \text{pengenceran)} &= 1,15 (2) (50) \\ &= 115,05 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan Nitrat Setelah Fermentasi:

- Pembacaan absorbansi pada spektrofotometer
- Persamaan kurva kalibrasi: $y = 0,4558x + 0,0108$

Nitrat:	y	= 0,4558x + 0,0108
	0,05	= 0,4558x + 0,0108
	x	= 0,086
Nilai amonium		= 0,086 (nilai
pengenceran)		= 0,086 (2)(50)
		= 8,6 mg/L

Lampiran 14 Hasil Analisis Suhu dan pH Hasil Fermentasi

Tabel L. 9 Hasil Analisis Suhu dan pH Setelah Fermentasi

Parameter	Reaktor Fermentasi Bakteri <i>Azospirillum</i> Serbuk					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Suhu (°C)	31	31,5	31	31	31	31
pH	12,2	11,79	11,24	12,02	11,98	11,49
Parameter	Reaktor Fermentasi Bakteri <i>Azospirillum</i> Cair					
	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Suhu (°C)	31	31,5	31	32	32	31
pH	6,97	6,98	7,08	7,52	6,72	6,74
Parameter	Reaktor Kontrol					
	L1		L2		L3	
Suhu (°C)	31		31		31,5	
pH	7,99		7,42		7,41	

Tabel L. 10 Hasil Analisis pH Sebelum Pemberian ke Tanaman Uji

Parameter	Reaktor Fermentasi Bakteri <i>Azospirillum</i> Serbuk					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Suhu (°C)	31	31,5	31	31	31	31
pH	8,69	8,06	7,85	9,11	8,92	8,74
Parameter	Reaktor Fermentasi Bakteri <i>Azospirillum</i> Cair					
	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Suhu (°C)	31	31,5	31	32	32	31
pH	6,97	6,98	7,08	7,52	6,72	6,74
Parameter	Reaktor Kontrol					
	L1		L2		L3	
Suhu (°C)	31		31		31,5	
pH	7,99		7,42		7,41	

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 15 Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman Uji

Tabel L. 11 Hasil Pengamatan Tinggi Batang Tanaman Sorgum dalam cm

Jenis Pupuk	Pengukuran ke-															
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
A1	6,3	6,5	6,7	8,5	8,7	9,3	9,5	10,2	11,4	12,5	13	13,8	14,5	14,8	15	15
A2	6,4	6,4	6,8	9,6	11	12	12	12,6	13,6	14	14,5	14,5	14,5	17,4	21,5	21,5
A3	5,4	5,5	6,4	8,8	9,2	10,3	12,1	13,3	14	14,5	15	16,8	18,4	19,1	20	20
B1	5	5	5,5	8,8	10,3	11,2	11,3	13,3	14	14	15,5	16	16,5	17,4	18,4	19
B2	5,9	6	6,8	9,7	10,6	11,5	11,5	12,9	13,4	15,4	18	18	18,1	18,9	20,4	24,3
B3	4,2	4,5	4,7	7,3	8,7	10	12	12	12,5	14	15,2	15,7	16,2	18,5	20,2	26
C1	7,1	7,3	7,5	10	11,9	12,5	12,5	14,2	14,5	14,8	15	15	15	16,4	17,5	17,5
C2	7,2	7,5	7,5	9,5	10,2	11	11,7	12,1	12,5	13	14	14	14	14,3	14,5	15
C3	5	5	5,8	9	10,8	11,5	11,8	15	15,9	19	19	19,2	20,2	22,4	24,2	25,5
D1	6,2	6,5	7,3	9,6	11,7	13,5	16	16,3	17	20	21,3	22	23	26,7	31,5	39,5
D2	7,3	7,5	7,5	8,5	9,2	10	10,3	15,7	16,4	17,5	19,5	21,4	22	25,6	28,2	34,5
D3	7,8	8	8	10,5	11	12,3	15,5	15,7	16,4	19	19	20,6	21,2	25	26,6	29,5

Lanjutan Tabel L. 11 Hasil Pengamatan Tinggi Batang Tanaman Sorgum dalam cm

Jenis Pupuk	Pengukuran ke-															
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
L1	8,2	8,4	8,5	9	9,3	9,5	9,6	11,1	11,5	13	13	13,7	14,5	15	16	16,1
L2	7,4	7,5	7,6	8	9,4	10,5	11,2	13	13	14	14	14,8	16	16	16	17,5
L3	7,5	7,5	8,1	10,5	10,5	11,9	12	13,5	13,6	13,6	13,8	14,6	15,2	17,2	18	20,1
K	5,3	5,5	10,1	14,6	15,2	16,2	19	21,2	22,1	25,8	26,5	32,5	37	52,3	68	81

Tabel L. 12 Hasil Pengamatan Tinggi Batang Tanaman Jagung dalam cm

Jenis Pupuk	Pengukuran ke-															
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
A1	9,4	9,5	11,2	12	15	19	21,5	24,7	26,5	34,5	40	45,4	55	62,5	69	83
A2	9	9,2	10	12	13,6	16,8	18,5	21,9	23,9	28,5	30	31	32,5	34,3	37,7	39
A3	9,2	9,3	10	10,2	13,5	15	16	18,7	19,9	22	25,3	27,5	31,5	35,7	40	44
B1	6,4	6,5	7,4	7,9	8,4	12,9	13,5	17,2	18,4	21	24,7	27,3	32	38,5	41,5	45
B2	7,9	7,9	8,2	8,2	9	10	10,4	12,5	14	15,8	16,5	18	20,5	22	23,5	23,5
B3	8	8	8,5	10	10,5	10,9	12	13,5	14,9	16,2	16,8	16,8	16,8	18	20	20,3
C1	9,3	9,5	10,1	10,4	11	11,7	13,2	14,5	15	15,5	17,3	17,6	18	19,3	20,3	21,6
C2	7,9	8	8,4	10,3	11	12	12,6	15,2	15,6	17	17	18,2	20	21,6	23,2	25
C3	11,4	11,5	12	13,7	16,7	19	20,5	22,6	23,5	24,5	25	25,4	25,7	26,1	26,6	27,5
D1	9,6	11	11,5	14,1	15	16,7	18,5	19,2	20,2	23	24,3	24,3	24,5	26,8	29,5	31
D2	11,4	11,5	11,5	14,5	17,6	19,2	21	26	28	34,5	39	46,8	56	64,5	78	104
D3	9,2	9,2	11,5	13,8	17	19,5	22	24,5	28,5	35	39,2	54,6	61	76,8	88	99

Lanjutan Tabel L. 12 Hasil Pengamatan Tinggi Batang Tanaman Jagung dalam cm

Jenis Pupuk	Pengukuran ke-															
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
L1	8,7	9	9,5	11,9	13	15,1	16,4	16,4	16,5	18,3	19,6	19,8	19,9	21,4	23	24,5
L2	8,4	8,5	9,5	10,2	11,2	12	12,5	14	14	15	16,2	17,6	18	20,5	22,1	22,1
L3	11	11,2	11,2	11,7	12,5	14,8	15,3	16,5	18	19,3	22	22,2	22,5	22,7	23	26
K	11,6	11,8	14	16	20	24	26	26,7	32	44	53	63,5	71	73	78	130

Lampiran 16 Hasil Pengamatan Jumlah Daun Tanaman Uji

Tabel L. 13 Hasil Pengamatan Jumlah Daun Sorgum

Jenis Pupuk	Pengukuran ke-															
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
A1	4	4	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	5
A2	4	4	4	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5
A3	4	4	5	5	6	6	4	6	5	5	5	5	5	4	3	4
B1	4	4	5	5	6	6	7	5	5	5	6	6	6	7	7	6
B2	4	4	5	5	6	6	7	6	6	7	7	7	5	5	6	6
B3	4	4	5	5	5	5	6	6	5	6	6	6	4	5	5	6
C1	4	4	5	5	6	6	7	5	5	5	5	5	4	4	4	4
C2	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5
C3	4	5	5	6	6	7	7	7	7	6	5	5	5	5	5	5
D1	4	4	5	5	5	5	7	6	6	6	7	7	5	5	6	6
D2	4	4	5	5	6	7	7	5	5	6	6	6	5	6	7	7
D3	4	4	5	6	6	5	7	7	7	6	6	6	4	5	5	6

lanjutan Tabel L. 13 Hasil Pengamatan Jumlah Daun Sorgum

Jenis Pupuk	Pengukuran ke-															
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
L1	4	5	5	5	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4
L2	4	4	5	5	4	4	5	6	5	5	5	5	4	4	5	5
L3	4	4	5	5	6	6	7	5	5	4	5	5	5	5	6	6
K	4	5	5	5	6	6	7	8	8	8	8	8	9	9	10	10

Tabel L. 14 Hasil Pengamatan Jumlah Daun Jagung

Jenis Pupuk	Pengukuran ke-															
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
A1	6	6	6	6	7	7	8	9	9	10	10	11	12	13	14	14
A2	5	5	5	4	5	5	6	7	7	7	7	6	6	7	7	8
A3	3	4	4	4	5	6	5	7	7	7	7	6	6	8	9	8
B1	5	4	5	5	6	6	6	8	8	9	9	9	9	10	11	12
B2	6	6	6	6	5	5	5	7	6	9	9	8	8	9	10	10
B3	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	6	5	4	5	5	5
C1	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
C2	5	5	5	6	6	5	5	6	6	7	6	5	4	5	5	6
C3	5	5	6	6	6	6	6	6	4	5	6	5	4	4	4	5
D1	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	5	5	6	6	7
D2	4	6	5	5	6	6	7	8	8	9	10	11	12	12	13	13
D3	5	5	6	7	8	9	8	8	8	9	8	8	9	9	10	13

Lanjutan Tabel L. 14 Hasil Pengamatan Jumlah Daun Jagung

Jenis Pupuk	Pengukuran ke-															
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
L1	4	4	4	4	5	6	6	6	6	5	6	4	3	5	6	6
L2	5	6	6	7	6	5	6	5	5	7	7	5	4	5	6	6
L3	6	6	6	7	6	5	6	6	5	5	5	4	3	4	6	6
K	11,6	11,8	14	16	20	24	26	26,7	32	44	53	63,5	71	73	78	130

Lampiran 17 Hasil Uji Koloni Bakteri *Azospirillum*

BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
LABORATORIUM
PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
SURABAYA – JAWA TIMUR

REPORT

Certificate of Analysis

Code : 06662/KI/V-2017
 Sample Sender : Penelitian
 Sample Name : Mhs.TM ITS Surabaya
 Test : Lindi
 Sample Brand : Bakteri Azospirethen
 Sample Identity : Cairan kecoklatan
 Sample Accepted : 17 Mei 2017

Chemical laboratory test result is :

Kode	Bakteri Azospir.kol/g	Kode	Bakteri Azospir.kol/g
A1	$1,2 \cdot 10^6$	D1	$1,4 \cdot 10^6$
2	$8,1 \cdot 10^5$	2	$1,1 \cdot 10^6$
3	$5,8 \cdot 10^5$	3	$6,4 \cdot 10^5$
B1	$2,8 \cdot 10^6$	L1	$4,8 \cdot 10^2$
2	$1,7 \cdot 10^6$	2	$3,4 \cdot 10^2$
3	$1,3 \cdot 10^6$	3	$2,1 \cdot 10^2$
C1	$7,6 \cdot 10^5$	P	$9,6 \cdot 10^4$
2	$5,2 \cdot 10^5$		
3	$3,1 \cdot 10^5$		

Surabaya, 19 Mei 2017.
 Head of Chemical Laboratory Researcher
 M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14
 Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim
 Surabaya

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 18 Pertumbuhan Tanaman Uji



Gambar L. 1 Proses Penanaman Tanaman Uji



Gambar L. 2 Tanaman Jagung 5 HST



Gambar L. 3 Tanaman Sorgum 15 HST



Gambar L. 4 Tanaman Jagung dan Sorgum 20 HST



Gambar L. 5 Tanaman Sorgum 40 HST



Gambar L. 6 Tanaman Jagung 40 HST



Gambar L. 7Sorgum 60 HST



Gambar L. 8 Tanaman Jagung 60 HST



Gambar L. 9 Tanaman Jagung 60 HST yang Sudah Berbunga



Gambar L. 10 Perbedaan Pertumbuhan Tanaman yang Dekat dan Jauh dengan Matahari

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang memiliki nama lengkap Nur Diana Safitri lahir di Tulungagung pada tanggal 15 Juli 1995. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2001-2006 di SDN Gedangan I Karangrejo. Kemudian dilanjutkan di SMPN 2 Tulungagung pada tahun 2006-2009. Adapun pendidikan tingkat atas dilalui di SMAN 1 Kedungwaru Tulungagung pada tahun 2009-2012. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen

Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS, Surabaya pada Tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3313 100 056.

Selama perkuliahan, penulis aktif sebagai panitia di berbagai kegiatan HMTL dan aktif sebagai asisten praktikum Kimia Lingkungan I dan Teknik Analisis Pencemar Lingkungan. Semasa kuliah, penulis terdaftar sebagai pengurus aktif Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS, Surabaya. Penulis menjabat sebagai anggota sekaligus bendahara Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HMTL periode kepengurusan 2014-2015 dan sebagai Kepala Departemen pada Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HMTL periode kepengurusan 2015-2016. Selain itu penulis juga sempat menjadi sekretaris Kementerian Advokasi Kesejahteraan Mahasiswa BEM ITS pada periode kepengurusan 2016-2017. Berbagai pelatihan serta seminar di bidang teknik lingkungan juga telah diikuti dalam rangka pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi via email dianasafitrinds@gmail.com.